สภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืช กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF A SAMPLE RENOVATED BUILDINGS ADAPTIVELY USED FOR URBAN AGRICULTURE: A CASE STUDY OF URBAN FARMING HUB (NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THAILAND), BANGKOK

ไบร์ท วงศ์ผาสุกโชติ

BRIGHT WONGPHASUKCHOT

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2567

KMITL-2024-AR-M-002-030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF A SAMPLE RENOVATED BUILDINGS ADAPTIVELY USED FOR URBAN AGRICULTURE: A CASE STUDY OF URBAN FARMING HUB (NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THAILAND), BANGKOK

BRIGHT WONGPHASUKCHOT

INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF ARCHITECTURE, ART, AND DESIGN
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2024

KMITL-2024-AR-M-002-030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2024
SCHOOL OF ARCHITECTURE, ART, AND DESIGN
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	สภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืช กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	ไบร์ท วงศ์ผาสุกโชติ
รหัสประจำตัว	66026025
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.มนสินี อรรถวานิช

บทคัดย่อ

ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ได้ปรับปรุงอาคารเก่าที่มีสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย เพื่อนำมาใช้ในการปลูกพืชในเมืองที่มีพื้นที่เกษตรกรรมไม่เพียงพอ จากการย้ายถิ่นฐานและเปลี่ยนอาชีพสู่เมืองทำให้พื้นที่และแรงงานในภาคเกษตรลดลงจากการขยายเมือง เพื่อส่งเสริมให้คนในเมืองมีระบบอาหารที่ยั่งยืนและสามารถรับมือกับจาการขาดแคลนอาหารในภาวะฉุกเฉินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้นได้

การศึกษาสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ) โดยติดตั้งเซนเซอร์กระจายตามพื้นที่แนวราบและพื้นที่แนวตั้งและประเมินผลเข้ากับกลุ่มพืชตัวอย่างคือ ผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) พบว่า ในข้อมูลแนวราบผลเฉลี่ยรวมทาง อุณหภูมิ (34.04 °C, ไม่เหมาะสม), ความชื้น (75.13 %RH, ยอมรับได้), ความเข้มแสง LUX (26094.05 Lux, ไม่เหมาะสม) และ PPFD, (490.22 µMol/m2/s, เหมาะสม) ในข้อมูลแนวตั้งผลเฉลี่ยรวมทาง อุณหภูมิ (34.60°C , ไม่เหมาะสม), ความชื้น (65.51%RH, เหมาะสม), ความเข้มแสง LUX (26094.05 Lux, ไม่เหมาะสม) และ PPFD, (505.84 µMol/m2/s, เหมาะสม)

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ) กับโรงเรือนระบบอัตโนมัติเพิ่มเติม พบว่าข้อมูลศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ) ในแนวราบ มีผลเฉลี่ยรวมทาง อุณหภูมิสูงกว่า 6.07°C, ความชื้นต่ำกว่า 14.17%RH, ความเข้มแสง LUX ต่ำกว่า 29512.47 Lux, PPFD ต่ำกว่า 508.73 µMol/m^2/s และข้อมูลแนวตั้ง อุณหภูมิสูงกว่า 7.79°C, ความชื้นต่ำกว่า 21.96%RH, ความเข้มแสง LUX ต่ำกว่า 27240.39 Lux, PPFD ต่ำกว่า 488.37 µMol/m^2/s เมื่อเทียบกับโรงเรือนระบบอัตโนมัต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Independent Study	Environmental Conditions of a Sample Renovated Buildings Adaptively Used for Urban Agriculture: A Case Study of Urban Farming Hub (National Research Council of Thailand), Bangkok
Student	Miss. Bright Wongphasukchot
Student ID	66026025
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2024
Advisor	Monsinee Attavanich, Ph.D.

ABSTRACT

The Urban Farming Hub (National Research Council) in Bangkok has repurposed old buildings for urban farming to address the agricultural space shortage caused by urban migration and occupational shifts. This initiative aims to establish a sustainable food system for urban residents, enabling them to manage food shortages during emergencies and adapt to the increasing severity of climate change.

A study was conducted on the environmental conditions including temperature, humidity, light intensity (LUX), and photosynthetic photon flux density (PPFD). Sensors were installed throughout the horizontal and vertical spaces to evaluate the conditions for growing sample plants, specifically lettuce (Lactuca sativa L.). The findings indicated:

For horizontal spaces: average temperature (34.04°C, unsuitable), humidity (75.13% RH, acceptable), light intensity (26094.05 Lux, unsuitable), and PPFD (490.22 µMol/m2/s, suitable). For vertical spaces: average temperature (34.60°C, unsuitable), humidity (65.51% RH, suitable), light intensity (26094.05 Lux, unsuitable), and PPFD (505.84 µMol/m2/s, suitable).

When compared with automated greenhouse systems, the Urban Agriculture Center's horizontal data showed an average temperature 6.07°C higher, humidity 14.17% RH lower, light intensity 29512.47 Lux lower, and PPFD 508.73 µMol/m2/s lower. The vertical data showed an average temperature 7.79°C higher, humidity 21.96% RH lower, light intensity 27240.39 Lux lower, and PPFD 488.37 µMol/m2/s lower than the automated greenhouse systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.มนสินี อรรถวานิช ที่ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้การช่วยเหลือในการค้นคว้าอิสระ รวมถึงขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ ที่ให้คำปรึกษาและแนะแนวข้อมูลและวิธีการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระที่ให้คำแนะนำและแนวทางในการปรับปรุงการค้นคว้าอิสระให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ขอขอบคุณคณะอาจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่สั่งสอนวิชาความรู้ ถ่ายทอดประสบการณ์ต่าง ๆ และนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณศูนย์เกษตรวิถีเมืองและสำนักงานวิจัยแห่งชาติ ที่อนุญาตให้ทำวิจัย เก็บข้อมูลสถานที่ ให้ความร่วมมือในการค้นคว้าทดลองและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย รวมถึงคณะเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิจัย

ขอขอบคุณภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน เจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและข่าวสารเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและคุณนคร บุญน้อย นักวิชาการเกษตร และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัยและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและข่าวสาร

ไบร์ท วงศ์ผาสุกโชติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VIII

สารบัญตาราง XIII

สารบัญกราฟ XV

บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตการวิจัย 3

1.4 นิยามศัพท์ 4

1.5 ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย 5

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 5

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 6

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 7

2.1 สภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกพืช 7

2.1.1 อุณหภูมิที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช 7

2.1.3 แสงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช 8

2.1.4 สรุปช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกพืช 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

2.2 การศึกษากลุ่มพืชตัวอย่าง....12

2.2.1 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม....13

2.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม....14

2.2.3 แสงที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม....14

2.2.4 สรุปช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกผักกาดหอม....16

2.3 สภาพแวดล้อมและรูปแบบการทำเกษตรในเมือง....19

2.3.1 ศูนย์เกษตรวิถีเมือง(สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร....24

2.3.2 โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร....28

2.3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือในการตรวจสอบสภาพแวดล้อม....30

2.3.4 หลักการทั่วไปในการวัดและประเมินความแตกต่างของสภาพแวดล้อม....32

2.3.5 กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย....33

บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัย....34

3.1 การออกแบบก่อนดำเนินงานวิจัย....34

3.1.1 เครื่องมือและพารามิเตอร์ในการดำเนินงานวิจัย....35

3.1.3 ข้อมูลระยะเวลา....36

3.1.4 จุดติดตั้งเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย....36

3.1.5 การสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ (Calibration) ก่อนทำการตรวจสอบสภาพแวดล้อม....39

3.2 การออกแบบจุดติดตั้งเครื่องมือตรวจสอบสภาพแวดล้อม ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร....40

3.2.1 การศึกษาสภาพแวดล้อมในแนวราบ....40

3.2.2 การศึกษาสภาพแวดล้อมในแนวตั้ง....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

3.3 การศึกษาและออกแบบการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมของศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร กับโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 45

3.3.1 การศึกษาการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในแนวราบ 46

3.3.2 การศึกษาการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในแนวตั้ง 46

บทที่ 4 การดำเนินการและผลการวิจัย 47

4.1 การตรวจสอบสภาพแวดล้อม ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร 47

4.1.1 การตรวจสอบสภาพแวดล้อมในแนวราบ 47

4.1.2 การตรวจสอบสภาพแวดล้อมในแนวตั้ง 72

4.2 การเปรียบเทียบสภาพแวดล้อม ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ 93

4.2.1 การศึกษาการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในแนวราบ 97

4.2.2 การศึกษาการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในแนวตั้ง 109

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 121

5.1 สรุปผลสภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืชกรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ) 121

5.1.1 สรุปผลการทดสอบข้อมูลแนวราบ 121

5.1.2 สรุปผลการทดสอบข้อมูลแนวตั้ง 123

5.2 สรุปผลการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืช กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร กับโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 125

5.2.1 สรุปผลการทดสอบข้อมูลแนวราบ 125

5.2.2 สรุปผลการทดสอบข้อมูลแนวตั้ง 126

5.3 ข้อเสนอแนะ 128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บรรณานุกรม 129

ภาคผนวก 136

ประวัติผู้เขียน.....140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย 6
2.1 สเปกตรัมของแสง 9
2.2 แสดงสเปกตรัมของแสงกับความเข้มแสงตามช่วงฤดูกาลในประเทศไทยช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 เดือนมีนาคม พ.ศ.2555 9
2.3 สรุปสภาพแวดล้อมที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกพืช 11
2.4 Planting house type 20
2.5 โรงเรือนอีแว๊ป (EVAP) 21
2.6 Evaporative cooling system 22
2.7 รูปแบบหลังคาโรงเรือน 24
2.8 การปรับปรุงสถานที่ ปรับผนังอาคารและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการปลูกพืช ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร 26
2.9 ติดตั้งกระเบื้องหลังคาโปร่งแสงและลูกหมุนระบายอากาศบนหลังคา ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร 27
2.10 แบบผังพื้นการปรับปรุงอาคาร A ชั้น 1 ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร 27
2.11 แบบผังพื้นการปรับปรุงอาคาร A ชั้น 2 ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร 27
2.12 รูปตัดการปรับปรุงอาคาร A ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร 28
2.13 รูปด้านการปรับปรุงอาคาร A ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร 28
2.14 โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร 29
2.15 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร 30
2.16 Control unit for indoor environment system 31
2.17 ตำแหน่งการวัดจากมุมมองด้านหน้า 32
2.18 ตำแหน่งการวัดจากมุมมองด้านบน 32
2.19 กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.1 Smart Control : WiFi IoT Box 36
3.2 DHT21 36
3.3 AM2305 36
3.4 SEN0390 37
3.5 ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ ณ ตำแหน่งจุด N1 40
3.6 ขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลแบบผังบริเวณ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัย แห่งชาติ) 41
3.7 ขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลผังพื้นจุดปลูกพืชชั้น 1 ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) 42
3.8 ขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลผังพื้นจุดปลูกพืชชั้น 2 ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) 42
3.9 การวางแผนผังจุดติดตั้งเครื่องมือแนวราบภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) 42
3.10 ภาพมุมมองจุดติดตั้ง Sensors ภายในโรงเรือนศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัย แห่งชาติ) .43
3.11 ขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลรูปตัด A บริเวณศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) 44
3.12 ขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลรูปด้าน A บริเวณศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) 45
3.13 แบบแผนผังบริเวณศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) 45
3.14 การวางแผนผังจุดติดตั้งเครื่องมือแนวตั้งภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ)..45
3.15 การวางแผนผังจุดติดตั้งเครื่องมือภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร. 46
3.16 การวางแผนผังจุดติดตั้งเครื่องมือภายในเครื่องมือ จุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร. 46
4.1 ภาพมุมมองและจุดติดตั้งเครื่องมือในแนวราบ ภายในโรงเรือนศูนย์เกษตรวิถีเมือง 48
4.2 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 00.00 - 07.00 น. 52
4.3 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 08.00 - 15.00 น.. 53
4.4 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 16.00 - 23.00 น. 53
4.5 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมืองช่วง 00.00 - 07.00 น..... 58
4.6 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 08.00 - 15.00 น.. 59
4.7 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 16.00 - 23.00 น. 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.8 ความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 00.00 - 07.00 น.....64
4.9 ความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 08.00 - 15.00 น.....65
4.10 ความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 16.00 - 23.00 น....65
4.11 PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 00.00 - 07.00 น. 70
4.12 PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 08.00 - 15.00 น.. 71
4.13 PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 16.00 - 23.00 น. 71
4.14 ภาพมุมมองและจุดติดตั้งเครื่องมือในแนวตั้ง ภายในโรงเรือนศูนย์เกษตรวิถีเมือง.....72
4.15 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 00.00 - 07.00 น. 76
4.16 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 08.00 - 15.00 น.. 76
4.17 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 16.00 - 23.00 น. 77
4.18 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมืองช่วง 00.00 - 07.00 น.....81
4.19 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 08.00 - 15.00 น.. 81
4.20 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 16.00 - 23.00 น. 82
4.21 ความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 00.00 - 07.00 น.....86
4.22 ความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 08.00 - 15.00 น.....86
4.23 ความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 16.00 - 23.00 น.....87
4.24 PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 00.00 - 07.00 น.....91
4.25 PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 08.00 - 15.00 น.....91
4.26 PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง ช่วง 16.00 - 23.00 น.....92
4.27 ภาพมุมมองและจุดติดตั้งเครื่องมือ ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร.....93
4.28 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 00.00 - 07.00 น. 98
4.29 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 08.00 - 15.00 น. 99
4.30 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 16.00 - 23.00 น. 99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.31 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 00.00 - 07.00 น. 101
4.32 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 08.00 - 15.00 น. 102
4.33 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 16.00 - 23.00 น. 102
4.34 การเปรียบเทียบความเข้มแสง LUXเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 00.00 - 07.00 น. 104
4.35 การเปรียบเทียบความเข้มแสง LUXเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 08.00 - 15.00 น. 105
4.36 การเปรียบเทียบความเข้มแสง LUXเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 16.00 - 23.00 น. 105
4.37 การเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 00.00 - 07.00 น.....107
4.38 การเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 08.00 - 15.00 น. 108
4.39 การเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 16.00 - 23.00 น. 108
4.40 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 00.00 - 07.00 น.....110
4.41 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 08.00 - 15.00 น. 111
4.42 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 16.00 - 23.00 น.....111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.43 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 00.00 - 07.00 น. 113
4.44 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 08.00 - 15.00 น. 114
4.45 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 16.00 - 23.00 น. 114
4.46 การเปรียบเทียบความเข้มแสง LUXเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 00.00 - 07.00 น. 116
4.47 การเปรียบเทียบความเข้มแสง LUXเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 08.00 - 15.00 น. 117
4.48 การเปรียบเทียบความเข้มแสง LUXเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 16.00 - 23.00 น. 117
4.49 การเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 00.00 - 07.00 น. 119
4.50 การเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 08.00 - 15.00 น. 120
4.51 การเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ช่วง 16.00 - 23.00 น. 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
2.1 สรุปช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกพืชจากการทบทวนวรรณกรรม 11
2.2 สรุปช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกผักกาดหอมจากการทบทวนวรรณกรรม 17
2.3 สรุปสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 19
3.1 สรุปช่วงข้อมูลสำหรับการออกแบบวิธีดำเนินงานวิจัยจากการทบทวนวรรณกรรม 35
3.2 การศึกษาจุดติดตั้งเครื่องมือ 38
3.3 สรุปเครื่องมือและพารามิเตอร์ในการดำเนินงานวิจัย 38
3.4 ผลการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนใช้ในการเก็บข้อมูลแนวราบ 40
3.5 ผลการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนใช้ในการเก็บข้อมูลแนวตั้ง 40
4.1 ผลสอบเทียบหลังการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง 49
4.2 ผลการเก็บข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง 51
4.3 ผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง 52
4.4 ผลการเก็บข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง 56
4.5 ผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง 58
4.6 ผลการหลังเก็บข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง 62
4.7 ผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง 64
4.8 ผลการเก็บข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง 68
4.9 ผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง 70
4.10 ผลสอบเทียบหลังการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 73
4.11 ผลการเก็บข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 75
4.12 ผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 76
4.13 ผลการเก็บข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 80
4.14 ผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 81
4.15 ผลการเก็บข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 85
4.16 ผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 86
4.17 ผลการเก็บข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 90
4.18 ผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า
4.19 ช่วงข้อมูลการตั้งค่าควบคุมภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP)
คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. จากการสำรวจ 94
4.20 ผลการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเรือนระบบอัตโนมัติภายใน
คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. 95
4.21 ผลเฉลี่ยข้อมูลรายชั่วโมงสภาพแวดล้อมโรงเรือนระบบอัตโนมัติ
คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล. 95
4.22 ผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง
(สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 99
4.23 ผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง
(สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 102
4.24 ผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง
(สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 105
4.25 ผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง
(สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 108
4.26 ผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพอุณหภูมิ ในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง
(สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 111
4.27 ผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง
(สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 114
4.28 ผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง
(สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 117
4.29 ผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง
(สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ 120
6.1 ค่าคงที่ของแหล่งกำเนิดแสงประเภทต่างๆ 136
6.2 เครื่องมือและพารามิเตอร์ทางเทคนิคจากการทบทวนวรรณกรรม 137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟที่ หน้า
4.1 ผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงแนวราบเดือนก.พ. ถึง ก.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 53
4.2 ผลการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวราบเดือนก.พ. ถึง ก.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 59
4.3 ผลการเก็บข้อมูลความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวราบเดือนก.พ. ถึง ก.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 65
4.4 ผลการเก็บข้อมูล PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวราบเดือนก.พ. ถึง ก.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 71
4.5 ผลข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงแนวตั้ง ตั้งแต่ 07 พ.ค.2567 - 18 พ.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 77
4.6 ผลการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงแนวตั้ง ตั้งแต่ 07 พ.ค.2567 - 18 พ.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 82
4.7 ผลการเก็บข้อมูลความเข้มแสง LUX แนวตั้ง ตั้งแต่ 07 พ.ค.2567 - 18 พ.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 87
4.8 ผลการเก็บข้อมูล PPFD แนวตั้ง ตั้งแต่ 07 พ.ค.2567 - 18 พ.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) 92
4.9 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล..... 96
4.10 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมง โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล..... 96
4.11 ค่า LUX เฉลี่ยรายชั่วโมง โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล..... 97
4.12 ค่า PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมง โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล..... 97
4.13 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล 98
4.14 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล 101
4.15 การเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล 104
4.16 การเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล 107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

4.17 การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล 110

4.18 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล 113

4.19 การเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล 116

4.20 การเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล 119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
ที่มาและความสำคัญ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ประชากรส่วนใหญ่ของโลกกลายเป็นคนเมืองไปแล้วกว่าร้อยละ 54 หรือกว่า 3.9 พันล้านคนในปี 2014 และมีการคาดการณ์ว่าในปี 2050 จะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 66 หรือกว่า 6.3 พันล้านคน โดยข้อมูลสถิติจากธนาคารโลก (World Bank) ชี้ว่า ในปี 2013 ประเทศไทยมีประชากรเมืองประมาณร้อยละ 48 ของประชากรทั้งประเทศ หรือ 32.5 ล้านคน เฉพาะในรอบ 5 ปีหลังสุด (ปี 2009 – 2013) อัตราการเพิ่มของคนเมืองของไทยอยู่ที่ร้อยละ 3.4 หรือเฉลี่ยแล้วมีคนย้ายจากชนบทเข้าสู่เมืองเป็นจำนวนกว่า 940,000 คนต่อปีในช่วงเวลานี้

ข้อมูลชุดที่สองเป็นขององค์การสหประชาชาติ รายงานของ United Nations (2014) ระบุว่า ในปี 2014 ประเทศไทยมีประชากรที่อาศัยอยู่ในเมืองร้อยละ 49 หรือประมาณ 33 ล้านคนของประชากรทั้งหมดและยังคาดการณ์ด้วยว่า ในปี 2050 ประชากรไทยกว่าร้อยละ 73 จะกลายเป็นคนเมือง[1]

ข้อมูลชุดที่สามคือ McKinsey Global Institute Cityscope database พบว่า ในอีก 15 ปีข้างหน้า ประเทศไทยจะมีคนเมืองเพิ่มขึ้นอีกราว 9.5 ล้านคน กระจายเข้าไปอยู่ในเมืองทั่วประเทศ

ในอนาคต ประเทศไทยจะอยู่บนกระแสของการขยายตัวของความเป็นเมืองเช่นเดียวกับแนวโน้มของโลกและภูมิภาค ปัจจุบันคนไทยกว่าครึ่งอยู่ในเมืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันทั่วโลกสอดคล้องกับผู้ทำงานในภาคเกษตรที่ลดลงต่อเนื่อง[2] อาคารและสิ่งปลูกสร้างมีการขยายวงกว้าง กินพื้นที่เกษตรกรรมเนื่องจากการย้ายถิ่นฐานและการงานอาชีพของประเทศไทยกระจุกตัวอยู่ที่เมือง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ได้มีโครงการที่ตระหนักถึงปัญหาคนเมืองในด้านเหล่านี้ โดยโครงการสวนผักคนเมืองได้ส่งเสริมถึงการตระหนักถึงปัญหาเรื่องความมั่นคงด้านอาหาร อันเกิดจากอาหารราคาสูง อาหารขาดคุณภาพ และภาวะขาดแคลนอาหารที่เกิดขึ้นในภาวะวิกฤติ จนถึงปัญหา

---

[1] รายงานผลการสำรวจและศึกษษวิจัย ซีรีส์ความรู้ ส่อง โอกาส สร้าง อาชีพ เรื่อง การขยายตัวของความเป็นเมือง (Urbanization) โดย สบร. ร่วมกับ บ.ดิวันโอวัน เปอร์เซ็นต์ จำกัด (2558)

[2] จิรวัฒน์ ภู่งาม, ธีรพัฒน์ เขื่อนปัญญา, ธวัชชัย ยาวินัง.2566. “URBANIZATION การขยายตัวของเมืองในภูมิภาค”. สำนักงานภาคเหนือ ธนาคารแห่งประเทศไทย คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ที่มา : https://www.bot.or.th /th/research-and-publications/articles-and-publications/articles/regional-articles/reg-article-2023-10-09.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องสุขภาพทั้งกายและใจของคนเมือง การทำเกษตรในเมืองเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยพัฒนาเมืองให้มีระบบอาหารที่ยั่งยืนและยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้คนในเมืองให้ดีขึ้นกว่าเดิมเพื่อรับมือกับปัญหาเรื่องความมั่นคงด้านอาหารและความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ จากหลายปัจจัย

การปลูกพืชในเมืองมีความต้องการการปรับตัวในหลายด้าน เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยเหมือนการเกษตรนอกเมือง ทั้งข้อจำกัดด้านระบบอาหารของเมืองมาจากพื้นที่ภายนอกเมืองหรือปริมณฑล จากสถานการณ์วิกฤตต่างๆที่ผ่านมาทำให้เห็นถึงปัญหาความมั่นคงทางอาหารของคนเมืองที่ขาดแคลนและขาดคุณภาพ ปัญหาความมั่นคงทางอาหารของคนเมืองคือไม่มีพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ไม่เพียงพอเนื่องจากระบบการเกษตรในประเทศเป็นการทำเกษตรในพื้นที่ราบในด้านของพื้นที่ในเมืองเป็นพื้นที่อาคารตึกแถว หรือพื้นที่ในอาคารสูงซึ่งศูนย์เกษตรวิถีเมืองเป็นศูนย์เกษตรที่ได้มีการปรับปรุงอาคารเก่าที่ไม่ได้ใช้งานได้และจำลองทดลองการปลูกพืชสำหรับการเกษตรวิถีเมือง โดยอาคารเดิมไม่ได้ถูกสร้างเพื่อตอบสนองในเรื่องของเกษตรกรรม

จึงเป็นที่มาของวิจัยเรื่อง สภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืช กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืช กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

1.2.2 เปรียบเทียบสภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืช กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร กับโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

วิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการปลูกพืชภายในโครงการศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยช้วิธีวิจัยเชิงการทดลอง โดยใช้พื้นที่ของศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร และเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมของระบบโรงเรือนที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติแล้ว จึงกำหนดขอบเขตการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1.4.1 ศึกษาสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการปลูกพืช ภายในโครงการศูนย์เกษตรวิถีเมือง และศึกษาสภาพแวดล้อมระบบโรงเรือนอัตโนมัติ

1.4.2 ทำการศึกษาช่วงข้อมูลและรวบรวมจากเอกสารทางวิชาการ แนวคิดทฤษฎี วรรณกรรม หนังสือ บทความ ผลงานที่มีผู้ทำมาแล้ว และงานวิจัยต่างๆที่สอดคล้องกี่ยวข้อง ที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกพืชตัวอย่างในงานวิจัยโดยมีขอบเขตเป็นพืชภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 สภาพแวดล้อมพืช

หมายถึง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดย มาลี ลิขิตชัยกุล, 2015 ได้แบ่งปัจจัยออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ได้แก่

1) ปัจจัยทางกายภาพ ประกอบด้วย เนื้อดิน ความเค็ม และความชื้นในดิน
2) ปัจจัยทางอากาศ ประกอบด้วย แสง อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ
3) ปัจจัยทางเคมี ประกอบด้วย ความเป็นกรดด่าง และอินทรียวัตถุในดิน
4) ปริมาณธาตุอาหาร ประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

1.4.2 PAR (Photosynthetically Active Radiation)

หมายถึง รังสีที่สามารถใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400-700 นาโนเมตร

1.4.3 PPFD (Photosynthetic Photon Flux Density)

หมายถึง จำนวนโฟตอนของแสงที่อยู่ในช่วง PAR ที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วยต่อวินาที มีหน่วยวัดคือ ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (μmol/m²/s)

1.4.4 LUX

หมายถึง: หน่วยวัดความสว่างหรือความเข้มของแสงที่สามารถรับรู้ได้ด้วยตาของมนุษย์ มีหน่วยวัด: ลักซ์ (lx) ซึ่งเท่ากับลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m²)

1.4.5 ความแตกต่างระหว่าง PAR, PPFD, LUX

1) ช่วงความยาวคลื่น: PAR และ PPFD วัดแสงในช่วงที่พืชสามารถใช้สังเคราะห์แสงได้ (400-700 nm) ในขณะที่ LUX วัดแสงตามการรับรู้ของตามนุษย์ซึ่งมีความไวสูงสุดในช่วง 555 nm

2) หน่วยวัด: PAR เป็นการระบุช่วงคลื่น, PPFD วัดในหน่วยของจำนวนโฟตอน, LUX วัดในหน่วยของความสว่าง

3) การใช้งาน: PAR และ PPFD ใช้ในบริบทของการเจริญเติบโตของพืช ส่วน LUX ใช้ในบริบทของการออกแบบแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย

1.6.1 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยเกี่ยวข้อง เรื่องสภาพแวดล้อมการเจริญเติบโตของพืช

1.6.2 กำหนดขอบเขตและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1.6.3 กำหนดวิธีการบันทึกผลและอภิปรายผลการทดลอง

1.6.4 กำหนดวิธีการสรุปผลการทดลอง

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.3.1 เพื่อการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

1.3.3 เพื่อทราบผลการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพอุณหภูมและความชื้นของศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานครกับโรงเรือนระบบควบคุมอัตโนมัติ

1.3.3 เพื่อทราบแนวทางการปรับปรุงสภาพแวดล้อมศูนย์เกษตรวิถีเมืองที่เหมาะสมต่อลักษณะของสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 สภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกพืช

โดยสภาพแวดล้อมและปัจจัยที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางอากาศ ปัจจัยทางเคมี ปริมาณธาตุอาหาร

เช่นเดียวกับการปลูกพืชภายในอาคารศูนย์เกษตรวิถีเมืองที่ต้องการปัจจัยเหล่านี้ ซึ่งปัจจัยใช้ในการวิจัยเนื่องจากสามารถควบคุมได้ผ่านสถาปัตยกรรมคือ ปัจจัยทางอากาศ ประกอบด้วย ปัจจัยของอุณหภูมิในอากาศที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช, ปัจจัยของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชและปัจจัยของแสงที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.1.1 อุณหภูมิที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญในการกำหนดกระบวนการทางชีวเคมีและการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเจริญและพัฒนาของพืช (เฉลิมพล แซมเพชร,2543) พืชทั่วไปจะเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่อากาศมีอุณหภูมิ ช่วง 15-30 °C โดยอุณหภูมิสูงสุดสำหรับการมีชีวิตของพืชและยังสามารถเจริญเติบโตได้มีค่าประมาณไม่เกิน 54 °C และต่ำสุด 5 °C สอดคล้องกับ มาโนช แสนหลวง, (2562) ที่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและสารต้านอนุมูลอิสระในผักชีโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงแอลอีดี ระบุปัจจัยจากสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชว่า โดยทั่วไปแล้ว อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 10–35°C หากอุณหภูมิสูงขึ้นกว่านี้ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดต่ำลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น เพราะเอนไซม์ทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่พอเหมาะ หากสูงเกิน 40 °C เอนไซม์จะเสื่อมสภาพทำให้การทำงานของเอนไซม์หยุดชะงักลง

อุณหภูมิของอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทั่วไปอยู่ระหว่าง 15-40 °C ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าในช่วงรากงอกอยู่ในช่วง 25–30 °C (สหพงศ์ สมวงค์, 2565)

ศรีสม สุวรรณวงศ์, และคณะ. (2552) ให้ข้อมูลว่า อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงเนื่องจากมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์แสงอยู่ระหว่าง 30-35 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ความชื้นในอากาศ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการคายน้ำของพืช เกี่ยวข้องกับการเปิด-ปิดของปากใบ ซึ่งส่งผลต่อการแพร่ CO_2 เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเข้าสู่ใบพืช โดยเฉลี่ยประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ (เกษมศรี ซับซ้อน, 2541)

ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าในช่วงรากงอกอยู่ในช่วง 65–90%RH (สหพงศ์ สมวงค์, 2565)

2.1.3 แสงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

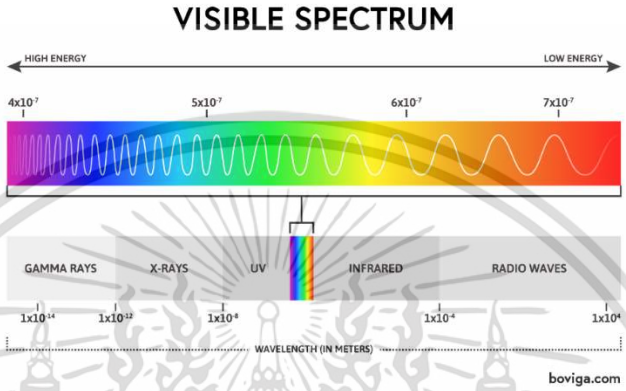
แสงเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่ง ซึ่งมีผลกับการเจริญเติบโตของพืชและพัฒนาการของพืช เพราะแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงใช้เป็นพลังงาน ในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน แสงเป็นตัวให้พลังงานแก่พืช ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นขบวนการที่ก่อให้เกิดแป้งและน้ำตาล นอกจากนั้นยังมีบทบาทที่สำคัญในกระบวนการต่างๆในพืชอีกหลายประการ ความเข้มของแสงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช เพราะหากแสงมีความเข้มข้นน้อยเกินไป จะทำให้พืชอ่อนแอ หรือการยืดของต้นข้อ การสังเคราะห์แสงจะไม่สมบูรณ์ ทำให้พืชโตช้ากว่าปกติ (รุ่งนภา ช่างเจรจาและคณะ, 2558)

ศรีสม สุวรรณวงศ์ (2552) ให้ข้อมูลว่า ชนิดของแสงที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงคือ visible light ซึ่งเป็นแสงที่ตามองเห็น visible light มีความยาวคลื่นระหว่าง 380 – 760 นาโนเมตร (nm)

มาโนช แสนหลวง (2562) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและสารต้านอนุมูลอิสระในผักชีโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงแอลอีดีได้ให้นิยามแสงสว่างสำหรับพืชว่า ความเข้มของแสงมีผลสำคัญต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยทั่วไปเมื่อความเข้มแสงและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุด จากนั้นจะลดลงเมื่อความเข้มแสงและอุณหภูมิสูงเกินไป ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับพืชส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 0-35 °C หรือ 0-40 °C ความยาวคลื่นของแสงและระยะเวลาที่ได้รับแสงก็มีผลต่อการสังเคราะห์แสงเช่นกัน โดยความเข้มแสงที่มากเกินไปและระยะเวลาที่ได้รับแสงนานเกินไปสามารถลดประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ เนื่องจากการกระตุ้นคลอโรฟิลล์ที่มากเกินไปทำให้การสร้างน้ำตาลลดลงและเกิดการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์และเอนไซม์

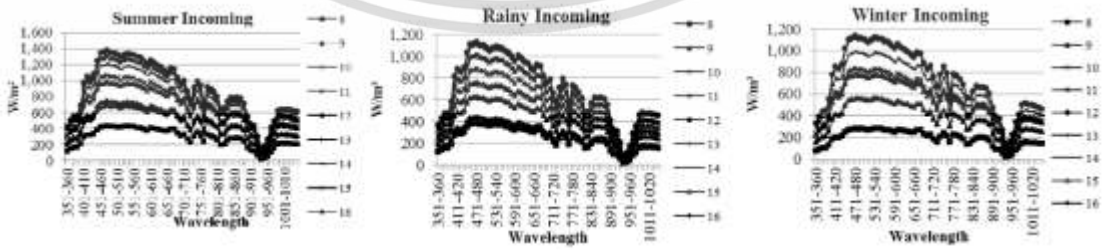
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถแบ่งแสงตามความยาวคลื่นออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แสงที่ตามนุษย์มองเห็น (Visible Light) และแสงที่ตามนุษย์มองไม่เห็น (Invisible Light) ซึ่งดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติขนาดใหญ่ที่แผ่รังสีออกมาในช่วง 280 – 2800 นาโนเมตร (Niu et al, 2016) โดยปกติแสงที่ส่องออกมาจากดวงอาทิตย์จะมองเห็นเป็นแสงขาว ประกอบด้วยแสงที่มีสีต่าง ๆ ผสมกันอยู่ เรียกอีกอย่างว่า ‘สเปกตรัมของแสง’



ภาพที่ 2.1 สเปกตรัมของแสง. ([3 ปัจจัยของไฟปลูกต้นไม้ ที่คุณต้องรู้], 2022)

สเปกตรัมและความเข้มของแสงเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในประเทศไทย โดยแบ่งเป็นฤดูร้อน (มีนาคม-พฤษภาคม), ฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม), และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ความเข้มแสงเฉลี่ยสูงสุดในฤดูร้อนอยู่ที่ 672.68 วัตต์ต่อตารางเมตร รองลงมาคือฤดูหนาวที่ 665.08 วัตต์ต่อตารางเมตร และน้อยที่สุดคือฤดูฝนที่ 629.24 วัตต์ต่อตารางเมตร (ข้อมูลจากการวัดระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2555) สเปกตรัมของแสงในแต่ละฤดูมีความแตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มแสงที่มีความแตกต่างชัดเจน โดยฤดูร้อนมีความเข้มแสงสูงกว่าฤดูฝนอย่างมาก (Limhoon, P., and Bualert, S., 2013)



ภาพที่ 2.2 แสดงสเปกตรัมของแสงกับความเข้มแสงตามช่วงฤดูกาลในประเทศไทยช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ.2554 เดือนมีนาคม พ.ศ.2555. (Limhoon, P., and Bualert, S., 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแสงสว่างที่ให้กับพืชจะใช้หน่วยในการวัดแสงไม่เหมือนกับแสงที่มนุษย์ที่ใช้วัดค่าความสว่าง ในหน่วย ลักซ์ (Lux) เนื่องจากแสงที่ให้กับพืชจะพิจารณาจากปริมาณโฟตอนที่ส่งไปยังพืชต่อพื้นที่ในหนึ่งหน่วยเวลา เพื่อให้พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง ซึ่งสเปกตรัมของแสงแต่ละสีจะมีค่าพลังงานไม่เท่ากันต่โฟตอนที่พืชได้รับจะไม่เท่ากัน เนื่องจากพืชพิจารณาจากปริมาณโฟตอนจากแหล่งกำเนิดแสงเท่านั้น โดยพืชจะใช้ช่วงความยาวคลื่นในการสังเคราะห์แสง (Photosynthetically Active Radiation; PAR) อยู่ในช่วง 400 – 700 นาโนเมตร ค่าโฟตอนจะพิจารณาจากช่วงของความยาวคลื่นเท่านั้น หน่วยในการวัดแสงสำหรับพืชโดยใช้หลักการวัดสเปกตรัมของแสงในช่วง PAR มีดังต่อไปนี้

2.1.3.1 Photosynthetic Photon Flux (PPF)

เป็นค่าฟลักซ์โฟตอน (Photon Flux) ของแสงในช่วงPAR อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร ที่ถูกผลิตออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น ไมโครโมลต่อวินาที (µmol/s) ซึ่งการวัดค่า PPF เป็นการวัดเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของดวงโคมเท่านั้น ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าพืชนั้นได้รับแสงในปริมาณเท่าใด จึงเป็นหน่วยที่ไม่นิยมในการวัดค่าแสงที่พืชได้รับ

2.1.3.2 Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD)

เป็นค่าความหนาแน่นของค่าฟลักซ์โฟตอนของแสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (PAR) ช่วงความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร ต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งถูกผลิตออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที(µmol/m^2/s) โดยค่า PPFD นิยมวัดด้านบนสุดของพืช ซึ่งค่า PPFD จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระยะห่างของแหล่งกำเนิดแสงกับพืช กล่าวได้ว่า แหล่งกำเนิดแสงใช้ค่าความเข้มเท่าเดิม เมื่อพืชเจริญเติบโตและมีความสูงเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า PPFD เพิ่มขึ้นตามความสูงของพืชด้วย

โดยค่า PPFD ของแสงอาทิตย์ 100% เท่ากับ PPFD 1,300 µMol/m^2/s (จริญญา ฤทธิรัมย, 2563) ระดับ PPFD ที่แนะนำสำหรับพืชแตกต่างกันไปตามประเภทพืชและระยะการเจริญเติบโต

2.1.3.3 Daily light Integral (DLI)

Daily light Integral (DLI) เป็นค่าของแสงที่พืชได้รับต่อวัน เพื่อช่วยระบุความต้องการแสงของพืชแต่ละชนิดที่ต้องการแสงในแต่ละวันที่ไม่เท่ากัน เมื่อได้รับแสงที่พอเหมาะกับความต้องการ จะทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ เมื่อพืชได้รับแสงมากกว่านี้ค่า DLI ในแต่ละวันแล้ว พืชจะไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เรียกจุดนี้ว่าจุดอิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

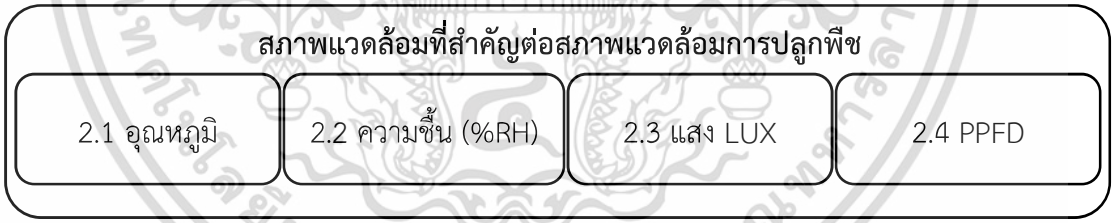
2.1.3.4 ค่าความสว่าง (Lux)

แสงที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของพืช โดยทั่วไปพืชต้องการความเข้มแสง 1000-2000 ฟุต-แคนเดิล หรือประมาณ 968.4- 1936.8 ลักซ์ (เกษมศรี ซับซ้อน, 2541)

2.1.4 สรุปช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกพืช

ตารางที่ 2.1 สรุปช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกพืชจากการทบทวนวรรณกรรม

ข้อมูล	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%RH)	แสง	
			LUX	PPFD μMol/m^2/s
เฉลิมพล แซมเพชร,2543	15-30			
สหพงศ์ สมวงค์, 2565	25-30	65-90		
ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2552	30-35			380–760 nm
เกษมศรี ซับซ้อน, 2541		50-60	968.4-1936.8	
จริญญา ฤทธิรัมย,2563				1,300



ภาพที่ 2.3 สรุปสภาพแวดล้อมที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การศึกษากลุ่มพืชตัวอย่าง

เพื่อศึกษาช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกพืชในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เนื่องจากศูนย์เกษตรต้องการให้พืชที่ใช้ในการศึกษานั้นเป็นพืชที่ปลูกได้ในครัวเรือน ทางผู้ศึกษาวิจัยจึงได้เลือกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ซึ่งเป็นที่นิยม และเป็นพืชส่วนใหญ่ที่ใช้ทดลองปลูกและศึกษาภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยสามารถนำวิธีการศึกษาไปต่อยอดในการวิเคราะห์ผลกับพืชผักอื่นๆในโครงการต่อไปได้

ผักกาดหอมหรือผัดสลัดถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโครงการหลวงโดยมีมูลค่าการผลิตอยู่ที่ประมาณ 43 ล้านบาทต่อปี หรือคิดเป็นประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าการผลิตผักทั้งหมดของโครงการหลวงในแต่ละปี (มูลนิธิโครงการหลวง, 2554)

ผักกาดหอม (Lactuca sativa L.) เป็นพืชในวงศ์ Asteraccae จัดเป็นพืชล้มลุกที่ใช้เวลาปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตภายในเวลาประมาณ 60 วัน ผักกาดหอมมีอยู่หลายสายพันธุ์แต่สายพันธุ์ที่นิยมปลูกและบริโภคภายในประเทศไทย ได้แก่

1) สลัดใบแกรนด์ราปิด (L. sativa var. crispa cv. 'Grand Rapids')
2) สลัดแก้ว (L. sativa var. capitata cv. 'Crisphead')
3) คอส (L. sativa var. romana)
4) บัตเตอร์เฮด (L. sativa var. capitata cv. 'Butterheads')
5) กรีนโอ๊ค (L. sativa var. crispa cv. 'Green Oak)
6) เรดโอ๊ค (L. sativa var. crispa cv. 'Red Oak')

ผักกาดหอมเป็นพืชที่ต้องการอากาศอบอุ่น อุณหภูมิและช่วงแสง มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ทั้งในด้านต้น ใบและการเจริญของดอกการปลูกในสภาพที่มีช่วงแสงยาวอุณหภูมิสูงจะแทงช่อดอกเจริญเร็ว ทำให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม

โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการงอกของเมล็ดคือ 24-25 ℃ ส่วนต้นจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 24-29 ℃ (Rubatzky and Yamaguchi, 1997) ด้วยเหตุนี้ผักกาดหอมจึงนิยมปลูกกันมากเฉพาะทางตอนเหนือของประเทศไทยซึ่งมีอากาศเย็น ผักกาดหอมจัดเป็นพืชที่อ่อนไหวต่อความร้อน การปลูกผักกาคหอมในช่วงฤดูร้อนที่อุณหภูมิในแปลงมักขึ้นสูงเกินกว่า 30 ℃ จึงประสบกับปัญหา เช่น สลัดไม่เข้าหัว เจริญเติบโตช้า ต้นมีขนาดเล็ก ใบไหม้ (tip burn) เส้นใบสีน้ำตาล (rib discoloration) และการแทงช่อดอกก่อนเวลาอันควร ส่งผลให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตไม่ดีเท่ากับการปลูกในฤดูหนาว (Nonnecke, 1989; Wurr et al.1992; Jenni, 2005; Wien, 1997) แม้จะมีสายพันธุ์ผักกาดหอมทนร้อนที่ได้รับการคัดเลือกมาอยู่บ้าง แต่ส่วนมากก็ไม่สามารถให้ผลผลิตที่ดีในสภาวะอุณหภูมิที่สูงกว่า 30 ℃ ได้

นงนุช กุศล (2551) ให้ข้อมูลว่า อุณหภูมิที่ผักกาดหอมเจริญเติบโตได้ดีเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20 ℃ ในขณะที่อุณหภูมิที่สูงประมาณ 30 ℃ ทำให้พันธ์ที่ห่อหัวเกิดการห่อไม่แน่นหรือห่อแบบหลวมๆ

พีระชาติ เรืองประดิษฐ์ (2553) ให้ข้อมูลว่า อุณหภูมิที่เมล็ดสามารถงอกได้อยู่ระหว่าง 4.5-27.0 ℃ อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ ระหว่าง 20-27 ℃ สูงเกินกว่า 30 ℃ เมล็ดจะพักตัว มีอัตราการงอกต่ำ และในอุณหภูมิ 33-35 ℃ เมล็ดไม่สามารถดูดน้ำได้ ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต 24 ℃ ต่ำสุด 7.2 ℃ และสูงสุด 28.0 ℃ ในสภาพอุณหภูมิสูงการเจริญทางใบจะถูกจำกัด สร้างสารคล้ายน้ำนมมาก มีเส้นใยมาก เนื้อเยื่อเหนียว และมีรสขม อุณหภูมิจะมีอิทธิพลต่อการเจริญของผักกาดหอมปลีและผักกาดหอมบัตเตอร์ มากกว่าสายพันธุ์อื่น นอกจากนี้ถ้าหากแปลงปลูกมีความชื้นสูงหรือมีอุณหภูมิสูงแห้งแล้งหรือในสภาพอุณหภูมิ ต่ำความชื้นสูง พืชจะแสดงอาการขาดแคลเซียมได้ง่าย ทำให้เกิดโรคปลายใบไหม้ (Tip burn)

พื้นที่ปลูกผัก กาดหอมควรให้ได้รับแสงเต็มที่ตลอดวัน เพราะผักกาดหอมต้องการแสงเต็มที่ตลอดวัน ผักกาดหอมเป็นพืช ฤดูเดียวเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็นระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมนั้น ถ้าเป็นผักกาดหอมใบจะอยู่ ระหว่าง 21-26 ℃ แต่ถ้าผักกาดหอมห่อหัวจะอยู่ระหว่าง 15.5-21 ℃ หากปลูก ผักกาดหอมในสภาพอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้ผักกาดหอมมีรสขมและแทงช่อดอกเร็ว (สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548)

อรพรรณ กัณหาทิพย์และคณะ (2564) ให้ข้อมูลว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คอยู่ในช่วง 25 – 28 ℃

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาของ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2562) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักสลัดในโรงเรือนแบบควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-25 °C ในเวลากลางวัน และ 15-18 °C ในเวลากลางคืน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยสากล

Jensen, M. H. (2002): งานวิจัยนี้พบว่าผักสลัดเจริญเติบโตได้ดีในกล่องควบคุมที่อุณหภูมิประมาณ 17-29°C มีสุขภาพดีและเติบโตในรอบ 30 วัน

2.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม

อรพรรณ กัณหาทิพย์ (2564) ให้ข้อมูลว่า ความชื้นที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค อยู่ในช่วง 75 – 85 %RH

จริญญา ฤทธิรัมย์ (2563) ได้ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตของผักกาดหอมในโรงงานผลิตพืชด้วยแสงเทียมได้ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในการทดลองแสงและอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ในโรงงานผลิตพืชและแสงเทียมอยู่ในช่วง 60-70 %RH

การวิจัยโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรกรรมเชียงใหม่ (2563) ระบุว่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 50-70% เป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักสลัดในโรงเรือนในเขตภาคเหนือของประเทศไทย

Jensen, M. H. (2002): งานวิจัยนี้พบว่าผักสลัดเจริญเติบโตได้ดีที่ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50-70% เนื่องจากช่วยลดการสูญเสียน้ำผ่านการคายน้ำของพืชและเติบโตดีในรอบ 30 วัน

2.2.3 แสงที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม

แสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือขบวนการสังเคราะห์แสงการเจริญเติบโต ตัวอย่างในผักกาดหอมปลีต้องการพลังแสง > 150 cal/cm^2/day คลื่นแสงที่มีความยาว 1000-720 nm จะจำกัดการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวของคลื่นแสงที่เหมาะสำหรับการงอกของเมล็ดอยู่ระหว่าง 690-650 nm เมื่อความเข้มของแสงสูงควรจะพลางแสง (พีระชาติ เรืองประดิษฐ์, 2553)

Tibbitts, T.W., D.C. Morgan, and I.J. Warrington. (1983). วิจัยเกี่ยวกับผลของระยะเวลาการให้แสงต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด พบว่าระดับความองฟลักซ์โฟตอนสังเคราะห์แสง (PPFD) ที่ 320 - 700 µmol/m²/s ผักสลัดติบโตดีภายใต้การดูแลทุกประเภทและไม่มีความผิดปกติในการเติบโต

Fu, W., Li, P., Wu, Y., & Tang, J. (2012). ศึกษาผลของแสงต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์แสงของผักสลัด พบว่า PPFD ในช่วง 100-800 µmol/m²/s เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต และช่วง 400-600 µmol/m²/s เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโต

Chen, X., et al. (2016): ระบุว่า PPFD ในช่วง 200-400 µmol/m²/s เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของผักสลัด และช่วยเพิ่มการสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พงศธร กองแก้ว, 2565. ได้วิจัยนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบปลูกผักเลี้ยงปลาอควาโปนิกส์ (Aquaponics) ผักสลัดที่ปลูกในระบบจะได้รับแสงตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งในช่วงตอนกลางคืนจะได้รับความเข้มแสงจากหลอดไฟ LED ที่ความเข้มระหว่าง 1,000 – 2,000 ลักซ์ ส่วนผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดาจะได้รับแสงเฉพาะในตอนกลางวันเท่านั้น

Gent, M. P. N. (2003): การศึกษาเกี่ยวกับการปลูกผักสลัดในระบบไฮโดรโพนิกส์พบว่าความเข้มแสงประมาณ 15,000 ลักซ์ช่วยให้ผักสลัดเจริญเติบโตได้ดี

จริญญา ฤทธิรัมย์ (2563) ได้ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตของผักกาดหอมในโรงงานผลิตพืชด้วยแสงเทียม ได้ทดลองที่ PPFD 200 μmol/m²/s ใช้เวลา 16 hrs/day

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 สรุปช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกผักกาดหอม

ตารางที่ 2.2 สรุปช่วงข้อมูลที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมการปลูกผักกาดหอมจากการทบทวนวรรณกรรม

ข้อมูล		อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%RH)	แสง	
				Lux	PPFD $\mu Mol/m^2/s$
Rubatzky and Yamaguchi, 1997	ระยะเพาะกล้า	24-25			
	ระยะเจริญเติบโต	24-30			
นงนุช กุศล,2551	ระยะเจริญเติบโต	15-20			
พีระชาติ เรืองประดิษฐ์, 2553	ระยะเพาะกล้า	20-27			
	ระยะเจริญเติบโต	24-28			
อรพรรณ กัณหาทิพย์, 2564	ผักสลัดกรีนโอ๊ค	25-28	75-85		
สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548	ผักกาดหอมใบ	21-26			
	ผักกาดหอมห่อ	15.5-21			
จริญญา ฤทธิรัมย์, 2563	ผักกาดหอมใบ	25	60-70		200
	ผักกาดหอมห่อ	20			
อำนาจ ตงติ๊บและคณะ, 2564	ผักกรีนคอส	28–30	60–80		
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2562)		20-25			
Jensen, M. H. (2002)		17-29	50-70		
ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรกรรมเชียงใหม่ (2563)			50-70		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ข้อมูล		อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%RH)	แสง	
				Lux	PPFD
Tibbitts, T.W., D.C. Morgan, and I.J. Warrington. (1983)					320-700
Fu, W., Li, P., Wu, Y., & Tang, J. (2012)					400-600
Chen, X., et al. (2016)					200-400
พงศธร กองแก้ว, 2565				1,000 - 2,000	
Gent, M. P. N. (2003)		15-30		12,000-20,000	
มณีเมือง ส.และคณะ(2015)				1,830 - 4,338	
Lomax, R. 2018		15		1,910 - 18000	170-350
อภิสิทธิ์ ชิตวณิชและคณะ, 2562		26-30	54-78	1,440-8,530	18.27-328.63
Morales, D.F. 2021		15-28	40-70	5700 - 8,500	230-290
Minimum		15	50	1,000	170
Maximum		35	85	20,000	700
Average		23.3	66.4	8998	335

จัดทำโดย ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 สรุปสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.)

สภาพแวดล้อม	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%RH)	แสง	
			Lux	PPFD (μMol/m^2/s)
ผักสลัดหรือกาดหอม(Lactuca sativa L.)	15-30	50-85	5,000 – 20,000	170 - 700

2.2.4.1 การแบ่งช่วงและการกำหนดสี

1. อุณหภูมิ
ต่ำกว่า 15°C (ไม่เหมาะสม, สีเทา)
15-20°C (ยอมรับได้, สีฟ้า)
20-25°C (เหมาะสม, สีเขียว)
25-30°C (ยอมรับได้, สีเหลือง)
สูงกว่า 30°C (ไม่เหมาะสม, สีแดง)

2. ความชื้นสัมพัทธ์ (RH)
ต่ำกว่า 50% (ไม่เหมาะสม, สีเทา)
50-60% (ยอมรับได้, สีฟ้า)
60-70% (เหมาะสม, สีเขียว)
70-85% (ยอมรับได้, สีเหลือง)
สูงกว่า 85% (ไม่เหมาะสม, สีแดง)

3. ความเข้มแสง (Lux)
ต่ำกว่า 5,000 Lux (ไม่เหมาะสม, สีเทา)
5,000-10,000 Lux (ยอมรับได้, สีฟ้า)
10,000-15,000 Lux (เหมาะสม, สีเขียว)
15,000-20,000 Lux (ยอมรับได้, สีเหลือง)
สูงกว่า 20,000 Lux (ไม่เหมาะสม, สีแดง)

4. ความหนาแน่นของฟลักซ์โฟตอนสังเคราะห์แสง (PPFD)
ต่ำกว่า 170 μmol/m²/s (ไม่เหมาะสม, สีเทา)
170-300 μmol/m²/s (ยอมรับได้, สีฟ้า)
300-600 μmol/m²/s (เหมาะสม, สีเขียว)
600-700 μmol/m²/s (ยอมรับได้, สีเหลือง)
สูงกว่า 700 μmol/m²/s (ไม่เหมาะสม, สีแดง)

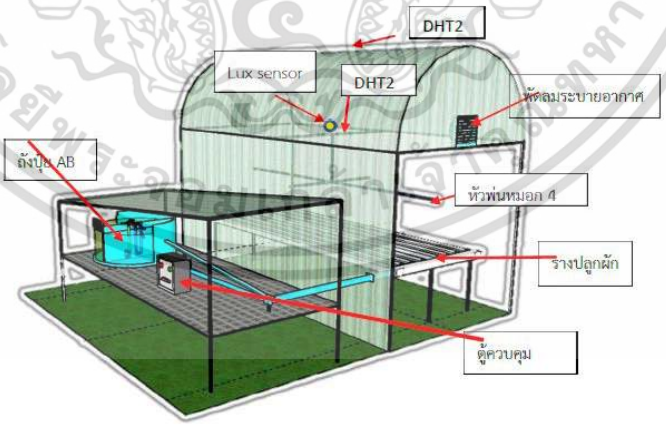
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สภาพแวดล้อมและรูปแบบการทำเกษตรในเมือง

อุณหภูมิสูงมีผลบั่นทอนประสิทธิภาพของการทำงานของโปรตีนคอมเพล็กซ์ภายใน photosystem II (PSII) ซึ่งเปรียบเสมือนจุดเริ่มต้นของกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (Allakhverdiev et al., 2008) และความร้อนยังเหนี่ยวนำให้พืชเจริญเข้าสู่ระยะการสืบพันธุ์และแก่ตัวเร็วขึ้น จึงทำให้ผลผลิตที่ได้มักมีขนาดเล็กหรือมีคุณภาพด้อยกว่าปกติ (Wahid etal., 2007)

สภาวะอุณหภูมิสูงมีแนวโน้มทำให้อัตราการเจริญเติบโต การสังเคราะห์แสงและการติดผลของพืชผักหลายชนิดลดลง ในสภาพแปลงปลูกจริงในธรรมชาตินั้น อุณหภูมิตอนกลางวันในช่วงฤดูร้อนอาจเพิ่มขึ้นไปได้สูงถึงประมาณ 40 °C การปลูกพืชในฤดูร้อนมักประสบกับปัญหาปริมาณและคุณภาพผลผลิตตกต่ำมากกว่าในฤดูหนาว (สิริวัฒน์และปรีดา, 2558)

อรพรรณ กัณหาทิพย์และคณะ (2564) ให้ข้อมูลว่า โรงเรือนปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบไฮโดรโปนิกส์ที่ควบคุมสภาพแวดล้มด้านอุณหภูมิและความชื้นของ สภาพแวดล้อมในโรงเรือนปลูกผัก ความกว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร สูง 250 เซนติเมตร คลุมด้วยพลาสติกใส รอบทั้งโรงเรือน ถังพักสารละลายธาตุอาหาร (ปุ๋ย AB) ขนาด 10 ลิตร รางปลูกผักสลัดกรีนโอ๊ค ขนาดความกว้าง 100 เซนติเมตร ความยาว 150 เซนติเมตร สูง 85 เซนติเมตร มีหลุมปลูกทั้งหมด 30 หลุม, ถังน้ำ สำหรับเก็บน้ำที่เอาไว้ใช้พ่นหมอก ขนาด 50 ลิตร, ปั๊มน้ำใช้สำหรับระบบพ่นหมอก, ชุดพ่นหมอก หัวพ่นหมอก สายยางยาว 10 เมตร, พัดลม (ขนาด 3 นิ้ว 12 โวลต์) 2 ตัว โดยการปรับค่าของอุณหภูมิภายในโรงเรือนเมื่อค่าอุณหภูมิมากกว่า 28 °C จะสั่งให้พัดลมทำงานเพื่อปรับค่าและการปรับค่าของความชื้นภายใน โรงเรือน เมื่อค่าความชื้นมากกว่า หรือเท่ากับ 85% จะสั่งให้ปั๊มน้ำพ่นหมอกปิดการทำงานแต่หากค่าความชื้นน้อยกว่า 70% จะสั่งให้เปิดการทำงานของปั๊มน้ำพ่นหมอก



ภาพที่ 2.4 Planting house type. (อรพรรณ กัณหาทิพย์และคณะ, 2564)

วุฒิพล จันทร์สระคูและคณะ (2565) อธิบายว่า รูปแบบโรงเรือนแบบควบคุมสภาพแวดล้อมระบบปิดที่ใช้ในการทดลองปลูกสตอเบอร์รี่ มีคุณลักษณะใช้วัสดุโครงสร้างทำจากเหล็กรูปพรรณขนาดต่างๆ แบบซุปกัลวาไนซ์หรือเหล็กเคลือบสังกะสีเป็นโรงเรือนระบบน๊อคดาวน์หลังคาทรงโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างทำด้วยท่อเหล็กกัลวาไนซ์ตอม่อคอนกรีตเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ฝังเดือยเสาเหล็กชุปกัลวาไนซ์พื้นโรงเรือนโรยด้วยทรายหยาบปูทับด้วยผ้าใบปูพื้นชนิดน้ำซึมผ่านได้สีขาว พลาสติกคลุมโรงเรือนทั้งหลังพร้อมติดอุปกรณ์ PEPlastic ผสม UV stabilizer ความหนา 200 ไมครอน ด้านหน้าโรงเรือนมีประตูบานเดี่ยว 2 ชุด (นอก-ใน) พร้อมกล่องประตูระหว่างประตูชั้นนอกและชั้นใน ยึดโครงสร้างเข้าด้วยกันกับอุปกรณ์มาตรฐานสำหรับงานโรงเรือน ใช้รางล๊อคสปริงยึดพลาสติกคลุมติดกับโครงสร้างเหล็กพร้อมอุปกรณ์ประกอบมาตรฐานโรงเรือนหลังคาด้านบนมีช่องสำหรับระบายอากาศ สามารถเปิด-ปิด ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าภายในด้านบนหลังคาพลาสติกติดตั้งแสลนสีเงิน 50% เปิด-ปิดด้วยระบบไฟฟ้า (manual) เป็นม่านมอเตอร์ไฟฟ้า DC 24V ขอบเฟรมและรางน้ำแสตนเลสด้านบนและด้านล่างพร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง และติดตั้งมุ้งตาข่ายกันแมลงชนิด 20 เมช พร้อมประตูเปิด-ปิด

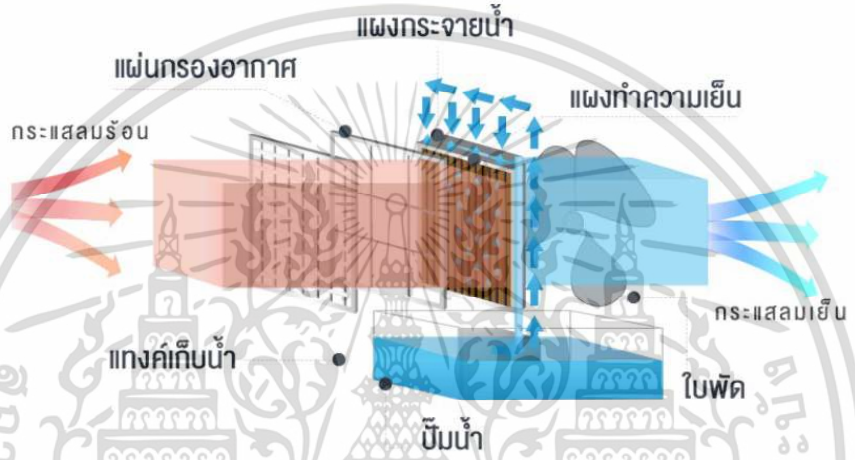
การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นในการควบคุมอุณหภูมิช่วงเวลากลางวันเฉลี่ย 25.1 ℃ ช่วงเวลากลางคืนเฉลี่ย 20.3 ℃ ทั้งนี้อุณหภูมิภายในโรงเรือนระบบปิดอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี แต่ไม่สามารถลดอุณหภูมิได้ถึงช่วงที่เหมาะสมสำหรับกระตุ้นตาดอก ที่ต้องการอุณหภูมิเฉลี่ย 15 ℃ และทดสอบเทคนิคการทำน้ำเย็น (water chiller) เพื่อช่วยลดอุณภูมิในโรงเรือนระบบปิดต้นแบบช่วยลดอุณหภูมิช่วงเวลากลางวันเฉลี่ย 24.64 ℃ และอุณหภูมิช่วงเวลากลางคืนเฉลี่ย19.26 ℃ ซึ่งไม่สามารถนำเทคนิคนี้มาช่วยลดอุณภูมิในโรงเรือนระบบปิดให้หมาะสมต่อการบังคับตาดอกและการพัฒนาดอกผลของสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 80 สำหรับการผลิตนอกฤดูในโรงเรือนระบบปิดต้นแบบได้

โดยสถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร (2565) ให้ข้อมูลว่าโรงเรือนระบบ EVAP สามารถนำระบบเทคโนโลยี IoT (Internet of Thing) ที่มีเซนเซอร์ต่างๆ มาช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูก ได้แก่ เซนเซอร์วัดความเข้มแสง ควบคุมการทำงานของม่านพรางแสง เซนเซอร์วัดความชื้นดิน ควบคุมการทำงานของระบบน้ำหยด เซนเซอร์วัดความชื้นอากาศ ควบคุมการทำงานของระบบพ่นหมอก และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ควบคุมการทำงานของพัดลมใต้หลังคา

ภาพที่ 2.5 โรงเรือนอีแว๊ป (Evap). ([โรงเรือนอีแว๊ป (Evap) ปลูกพืชได้ทุกฤดู], 2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรือนแบบ EVAP หมายถึง ระบบทำความเย็นแบบที่ใช้การระเหยของน้ำช่วยในการทำความเย็น โดยหลักการทำงาน คือการพาความร้อนจากการระเหยของน้ำ ที่แผงระเหยน้ำ (cooling pad) โดยการใช้พัดลมดูดอากาศจากภายนอก (ความชื้นต่ำ) ไหลผ่านแผงระเหย้ำที่เปียก ความร้อนของอากาศในโรงเรือนจะเป็นความร้อนแฝง (latent heat) เพื่อใช้ในการระเหยของน้ำที่อยู่บนแผง คุณสมบัติของอากาศหลังผ่านแผงระเหยน้ำรวมถึงอากาศบริเวณจุดต่าง ๆ ภายในโรงเรือนจะมีอุณหภูมิลดลงและมีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นหลักการทำงานของระบบ (สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร (สท.), 2565)



ภาพที่ 2.6 Evaporative cooling system ที่มา : https://kas.siamkubota.co.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) อุณหภูมิอากาศที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมในโรงเรือน

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ ม.มหิดล (มปป.) กล่าวถึงปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) เรือนกระจกในประเทศในเขตหนาวมีการเพาะปลูกพืชโดยอาศัยการควบคุมอุณหภูมิความร้อนโดยใช้หลักการที่พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจกแต่ความร้อนที่อยู่ภายในเรือนกระจกไม่สามารถสะท้อนกลับออกมา ทำให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้นเหมาะแก่การเพาะปลูกของพืช จึงมีการเปรียบเทียบปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นนี้ว่าภาวะ เรือนกระจก (greenhouse effect)

สุพจน์ เอี่ยงกุญชา (2549) ได้ให้ข้อมูล ปัญหาเรือนกระจก (Greenhouse Problems) ไม่ใช่เพียงเรือนที่ทำจากกระจกเท่านั้นแต่รวมไปถึงเรือนหรืออาคารใดๆที่ทำด้วยวัสดุโปร่งแสง ทุกชนิด ทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นกระดาษใส พลาสติกหรือไฟเบอร์กลาส ก็รวมเป็นวัสดุเรือนกระจกได้ โดยวัตถุประสงค์ของอาคารเรือนกระจกถูกสร้างขึ้นเพื่อ

- ปลูกพืชในฤดูหนาวของประเทศที่ช่วงฤดูหนาวมีหิมะตกหรือมีอากาศหนาวจัด เพราะเรือนกระจกสามารถควบคุมอุณหภูมิและปัจจัยภายในให้เหมาะสมกว่าภายนอกได้
- เพื่อประหยัดพลังงานในการทำความร้อน เป็นการรับพลังงานแสงอาทิตย์แทนการใช้พลังงานจากเครื่องทำความร้อนหรือ heater
- ประหยัดพลังงานแสงสว่าง ใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติให้ได้มากที่สุด
- เพื่อความสวยงาม มักใช้กับอาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์ และอาคารอยู่อาศัย

อุณหภูมิภายในสูง จากการส่งผ่านของรังสีคลื่นสั้น (Short Wave) เข้ามาในอาคารและกักเก็บพลังงานคลื่นยาว (Long Wave) ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนอยู่ภายในอาคาร ทำให้สมดุลเรือนกระจกเป็นบวกอยู่เสมอ อาคารประเภทนี้จะมีแต่ร้อนขึ้นตามปริมาณพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Energy) ดังนั้นอุณหภูมิภายในจะร้อนกว่าภายนอกเสมอ ตามหลักการ Solar Collectorsนอกจากนี้หากมี คน สัตว์อยู่ภายในอาคารหนาแน่น การแผ่รังสีความร้อนและการหายใจของคนเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้อาคารภายในเรือนกระจกร้อนได้เช่นกัน หากไม่มีระบบระบายอากาศอย่างเพียงพอ

จุลพัฒน์ ไม้แก้วธนวัฒน์ (2563) ให้ข้อมูลว่า อุณหภูมิอากาศ ส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชจะเพิ่มสูงขึ้นตาม จนถึงจุดหนึ่งที่อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชมีปริมาณสูงที่สุดเรียกว่า จุด Optimum temperature หลังจากนั้นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศจะส่งผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชลดลงอย่างรวดเร็ว

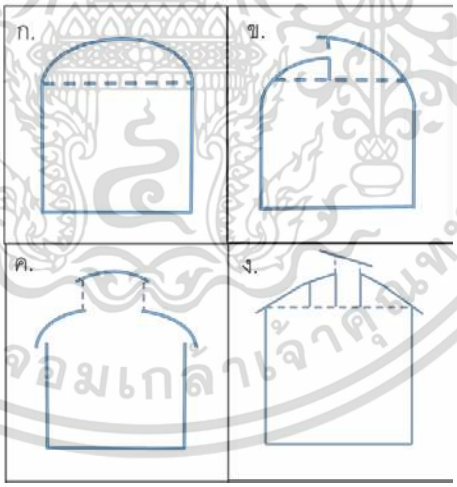
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ความชื้นสัมพันธ์อากาศที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมในโรงเรือน

สุพจน์ เอี้ยงกุญชา (2549) ความชื้นอากาศภายในสูง โดยทั่วไปอากาศภายในโรงเรือนจะมีความชื้นสูงกว่าภายนอกเพราะมีไอน้ำที่เกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตในกรณีของพืช จะเกิดจากการคายน้ำของใบเมื่อเกิดกระบวนการณีสังเคราะห์แสง และจากการระเหยของพื้นผิวที่เปียกชื้นภายในอาคารและความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำ

3) แสง รูปแบบโรงเรือนและหลังคาโรงเรือน

จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง และ อาภิรักษ์ หกพันนา (2019) ได้ทำการวิจัยโดยในงานวิจัยนี้ติดตั้งโรงเรือนพลาสติกในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โครงสร้างของหลังคาโรงเรือนประกอบขึ้นด้วยท่อเหล็กและโครงสร้างเสาเป็นคอนกรีตมีขนาดความกว้าง 6 เมตร ความยาว 30 เมตร ความสูงของผนัง 2 เมตร ความสูงของหลังคาวัดต่อจากความสูงของผนัง 1.5 เมตร ผนังของโรงเรือนคลุมด้วยตาข่ายป้องกันแมลง และ หลังคาคลุมด้วยแผ่นพลาสติก PVC ความหนา 0.15 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยใต้หลังคาของโรงเรือนรูปทรงกอไก่ประยุกต์สามารถลดความร้อนหรืออุณหภูมิสะสมภายในโรงเรือนได้ดีกว่าโรงเรือนรูปแบบเดิม ซึ่งอัตราการระบายอากาศของโรงเรือนกอไก่ประยุกต์นั้นมากกว่าโรงเรือนกอไก่ดั้งเดิมถึง 10 เท่าโดยเฉลี่ย



ภาพที่ 2.7 แสดงรูปแบบโรงเรือนโดย (ก.) โรงเรือนหลังคาโค้ง, (ข.) โรงเรือนกอไก่, (ค.) โรงเรือนหลังคายกสองชั้น, (ง.) โรงเรือนกอไก่ประยุกต์. (จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง และ อาภิรักษ์ หกพันนา, 2019)

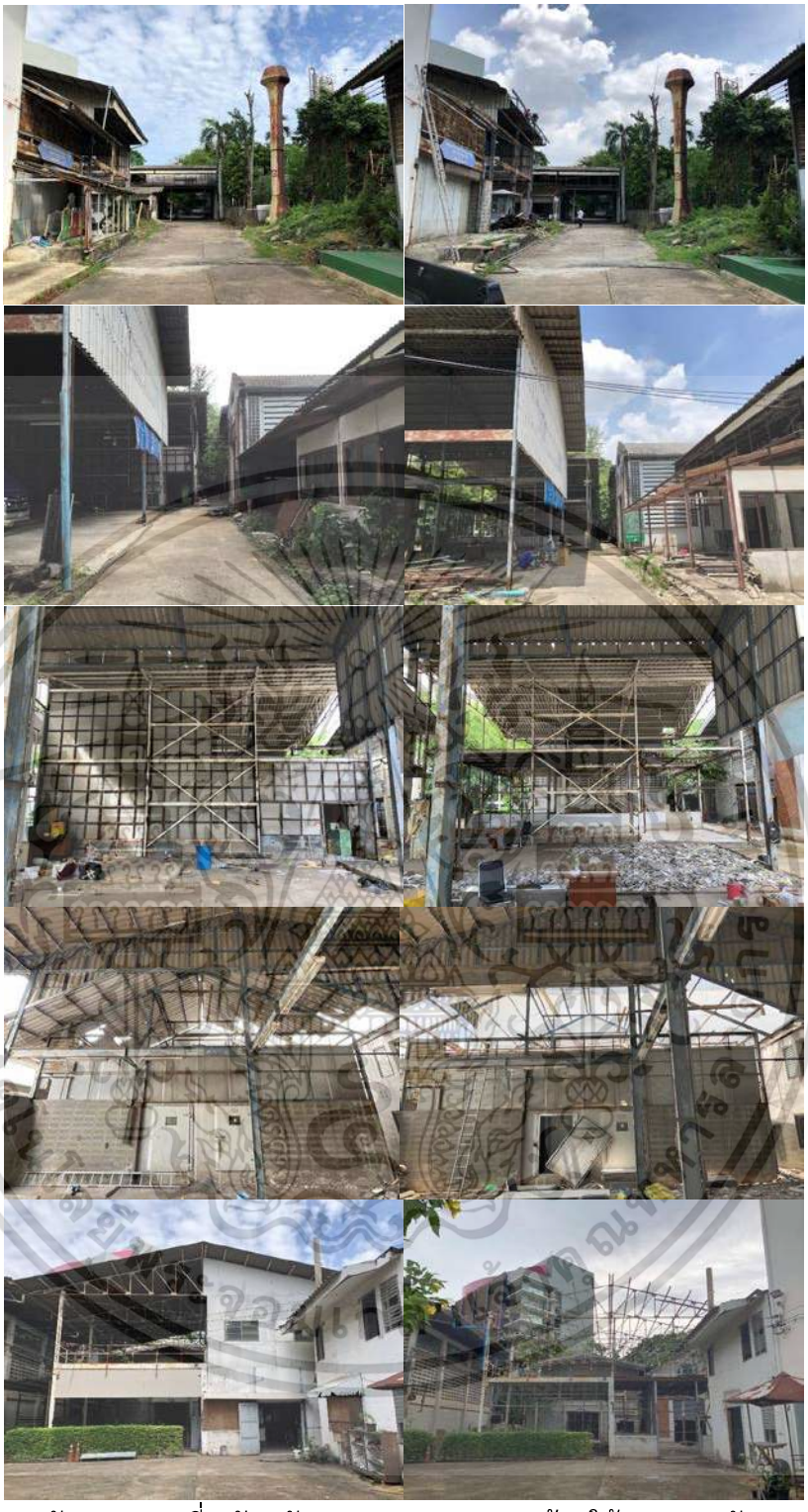
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ศูนย์เกษตรวิถีเมือง(สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

การปรับปรุงอาคารเพื่อรองรับการปลูกพืชในเมือง กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร โดยศูนย์เกษตรวิถีเมืองเป็นศูนย์เกษตรที่ได้มีการปรับปรุงอาคารเก่าที่ไม่ได้ใช้งานและอาคารเดิมไม่ได้ถูกสร้างเพื่อตอบสนองในเรื่องของเกษตรกรรม ศูนย์เกษตรวิถีเมืองได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการนวัตกรรมการออกแบบในเมือง ทำความเข้าใจถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขของเมือง ในเรื่องของข้อมูลในส่วนของการทำเกษตรในเมือง การศึกษาเกี่ยวกับการปลูกพืช ทั้งการปลูกพืชชนิดต่างๆ รูปแบบและระบบการปลูกพืช รวมไปถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อการวางแผนการทดลองและการออกแบบการปลูกพืชในโครงการ และได้จำลองทดลองการปลูกพืชสำหรับการเกษตรวิถีเมืองเพื่อเป็นต้นแบบความรู้

การเตรียมพื้นที่อาคารเพื่อรองรับการปลูกพืชในเมือง จำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมอาคารให้มีความเหมาะสมกับการปลูกพืช โดยมีการพิจารณาส่วนสำคัญคือ แสงธรรมชาติ เนื่องจากแสงธรรมชาติมีคุณสมบัติที่ดีสำหรับการปลูกพืช เนื่องจากมีสเปคตรัมที่พืชต้องการ โดยการปรับปรุงให้อาคารสามารถรับแสงธรรมชาติให้มากที่สุด โดยมีการปรับปรุงในส่วนของหลังคา โดยใช้เป็นกระเบื้องโปร่งแสง และในส่วนของผนัง รวมถึงคำนึงถึงการระบายอากาศ โดยการติดตั้งลูกหมุนบริเวณหลังคา โดยในส่วนโครงสร้างของอาคารใช้โครงสร้างเดิม โดยมีการตรวจสอบความแข็งแรงเพื่อให้รองรับการใช้งานได้ ส่วนการปรับปรุงอาคารเพื่อรองรับการปลูกพืชในเมือง

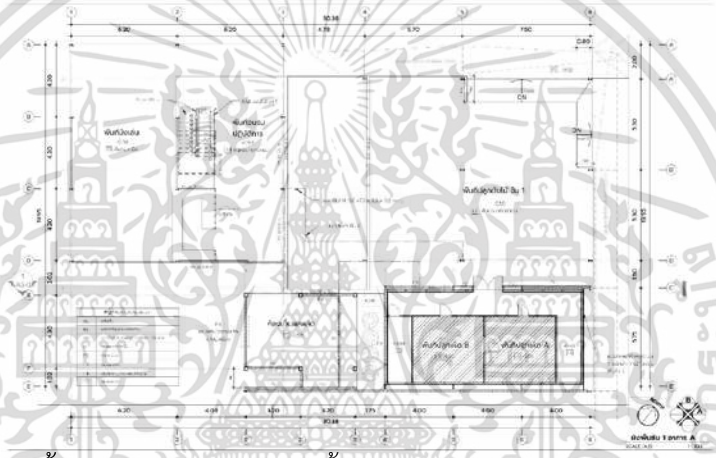
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



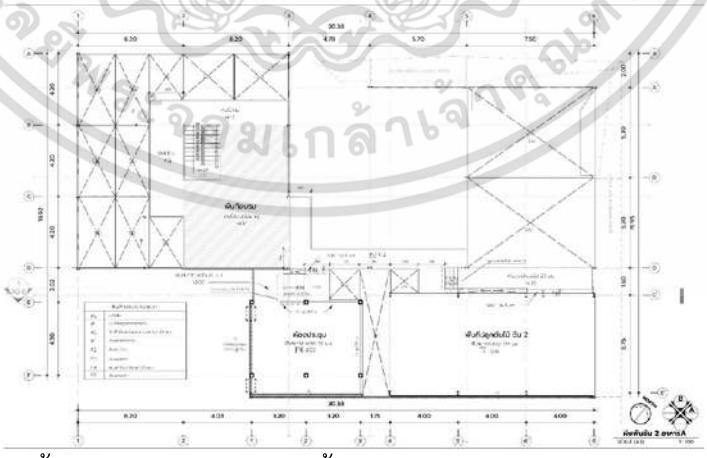
ภาพที่ 2.8 การปรับปรุงสถานที่ ปรับผนังอาคารและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการปลูกพืช ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร. (ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (วช.), 2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.9 ติดตั้งกระเบื้องหลังคาโปร่งแสงและลูกหมุนระบายอากาศบนหลังคา ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร. (ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (วช.), 2565)

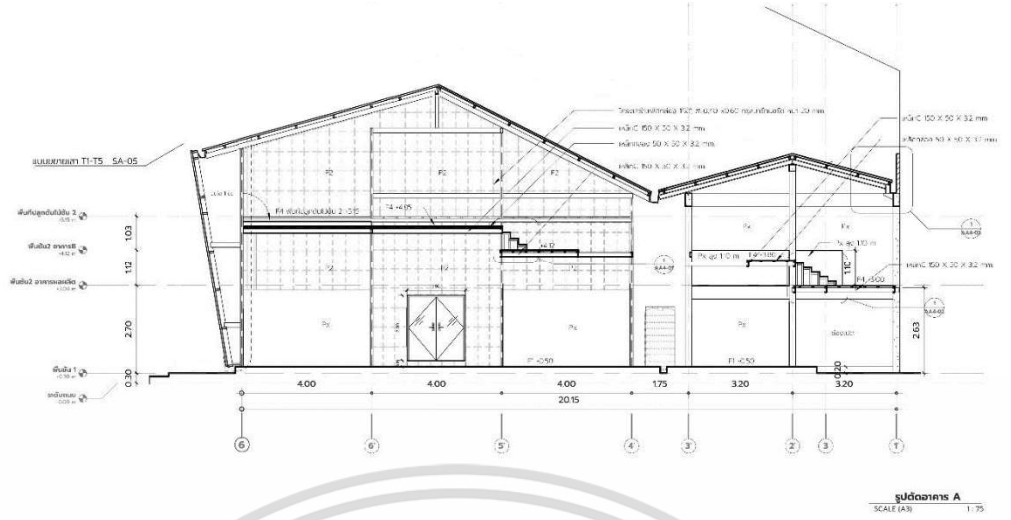


ภาพที่ 2.10 แบบผังพื้นการปรับปรุงอาคาร A ชั้น 1 ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร. (ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (วช.), 2565)

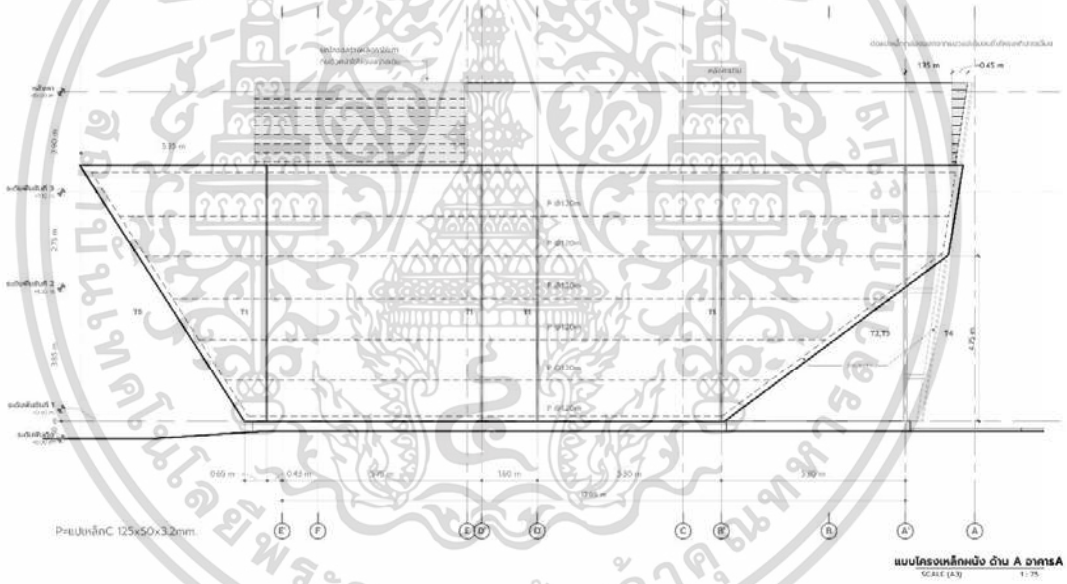


ภาพที่ 2.11 แบบผังพื้นการปรับปรุงอาคาร A ชั้น 2 ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร. (ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (วช.), 2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12 รูปตัดการปรับปรุงอาคาร A ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร. (ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (วช.), 2565)



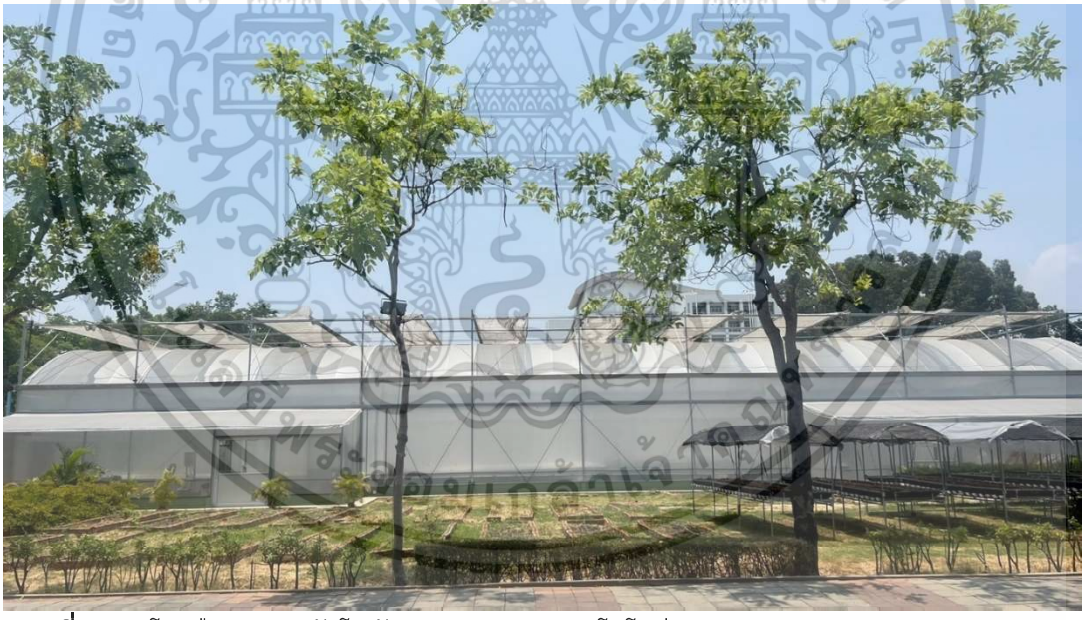
ภาพที่ 2.13 รูปด้านการปรับปรุงอาคาร A ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร. (ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (วช.), 2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร

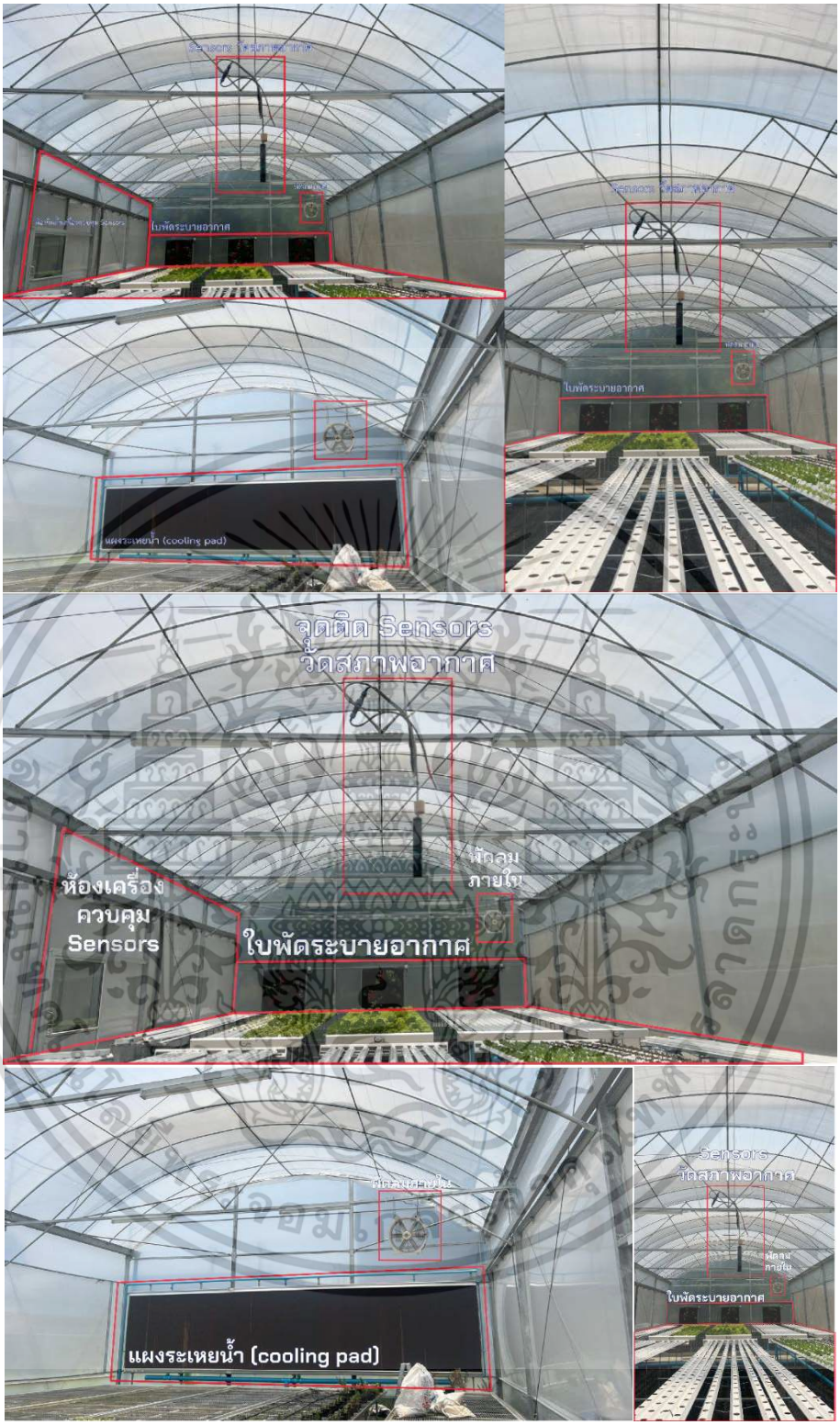
โดยศึกษาโรงเรือนระบบควบคุมอัตโนมัติของ คณะเกษตรกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งทำการปลูกผักสลัดในโรงเรือนและควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ

ชื่อโครงการ	โรงเรือนระบบอัตโนมัติภายในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประเภทโรงเรือน	โรงเรือนหลังคาทรงโค้ง
ประเภทระบบโรงเรือน	โรงเรือนแบบ Evaporative cooling system (EVAP)
ระบบการทำงาน	พัดลมปรับอุณหภูมิจำนวน 3 ตัว ทำงานเมื่ออุณหภูมิ 25, 27, 30 ทีละตัวตามลำดับ และหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 25 และม่านข้างโรงเรือนจะเปิดอัตโนมัติ ม่านแสงด้านบนโรงเรือนทำงานเมื่ออุณหภูมิเกิน 30



ภาพที่ 2.14 โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

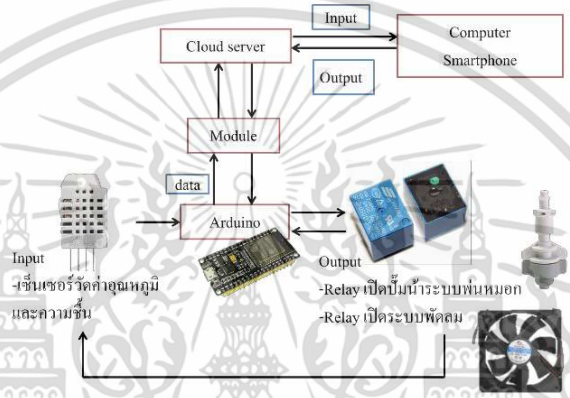


ภาพที่ 2.15 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือในการตรวจสอบสภาพแวดล้อม

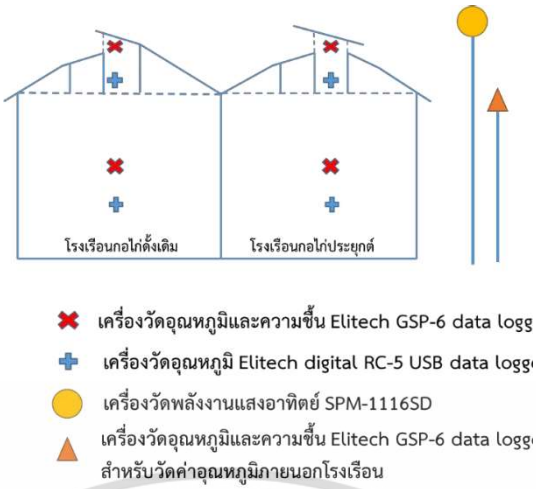
อรพรรณ กัณหาทิพย์และคณะ,2564 ให้ข้อมูลว่า เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22) 2 ตัว, เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง (BH1750FVI) 1 ตัว, Arduino ESP32 1 ตัว, พาวเวอร์ซัพพลาย (ขนาด 12V 10A 1 อัน) (ขนาด 12V 5A 1 อัน), Relay สาหรับควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ โดยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ จะถูกสั่งการผ่านการเขียนโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม Arduino จากนั้น Arduino สั่งงานให้ Relay ทำงานเพื่อให้พัดลม ปั๊มน้าพ่นหมอกทำงาน เมื่ออุณหภูมิในโรงเรือนเพาะสูงเกินกว่าที่กำหนด



ภาพที่ 2.16 Control unit for indoor environment system. (อรพรรณ กัณหาทิพย์ และคณะ, 2564)

จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง และ อาภิรักษ์ หกพันนา, 2019 ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เป็น USB Data Logger ยี่ห้อ Elitech digital RC-5 USB, เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นยี่ห้อ Elitech GSP-6 data logger และเครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์ SPM-1116SD ในการทดสอบงานวิจัยโรงเรือนความร้อนต่ำเพื่อการเกษตรอินทรีย์ โดยติดตั้งเครื่องมือวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ บริเวณด้านในของผนัง ด้านทิศเหนือ-ทิศใต้-ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ด้านละ 1 จุด ในระดับความสูงจากพื้นดิน 0.5 เมตร รวม 4 จุด บริเวณตำแหน่งตรงกลางของโรงเรือนที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 0.5 เมตร และ ใต้หลังคา ส่วนตำแหน่งอุณหภูมิและความชื้น นั้นติดตั้งที่ระดับความสูง 1.5 เมตร และบริเวณกึ่งกลางของช่องระบายอากาศด้านบนหลังคา ติดตั้งจุดวัดที่ตำแหน่งและระดับเดียวกัน ทั้ง 2 โรงเรือน และตำแหน่งวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นติดตั้งภายนอกของโรงเรือนที่ความสูงในระดับเดียวกับหลังคาโรงเรือนชั้นบนสุด ทั้งนี้มีตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้นภายนอกโรงเรือนที่ความสูงจากพื้นดิน 2.5 เมตร โดยทำการทดลองตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 18.00 น. และทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่อเนื่องบันทึกทุกๆ 5 นาที ในแต่ละจุดพร้อมกัน เป็นเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 ตำแหน่งการวัดจากมุมมองด้านหน้า. (จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง และ อาภิรักษ์ หกพันนา, 2019)

ภาพที่ 2.18 ตำแหน่งการวัดจากมุมมองด้านบน. (จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง และ อาภิรักษ์ หกพันนา, 2019)

นายเวียง อากรชี (2561) ได้ออกแบบโรงเรือนสำหรับการปลูกพริก ขนาดโรงเรือน 14.00 x 30.00 x 3.50 m. หลังคาทรงจั่ว 2 ชั้น มุงด้วยกระเบื้องใส มีอุปกรณ์สำหรับการพ่นหมอกลดอุณหภูมิ พัดลมระบายอากาศ ด้วยเครื่องวัดบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ PLC และ หัวเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 หลักการทั่วไปในการวัดและประเมินความแตกต่างของสภาพแวดล้อม

2.3.4.1 อุณหภูมิ (Temperature)

หากการเปลี่ยนแปลงเกินกว่า 1 °C ถือว่ามีความแตกต่างแต่ไม่ถึงขั้นที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญโดย งานวิจัยโดย Seginer, I., et al. (1994) ระบุว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่เกินกว่า 1 °C อาจเริ่มส่งผลต่อความแตกต่างของการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์แสงของพืช

2.3.4.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน 5-10% อาจส่งผลต่อการคายน้ำของพืชและการเกิดโรค โดย งานวิจัยโดย Jensen, M. H. (2002) ระบุว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันมากกว่า 10% มีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อตวามแตกต่างของการเจริญเติบโตของพืช

2.3.4.3 ความเข้มแสง (Lux)

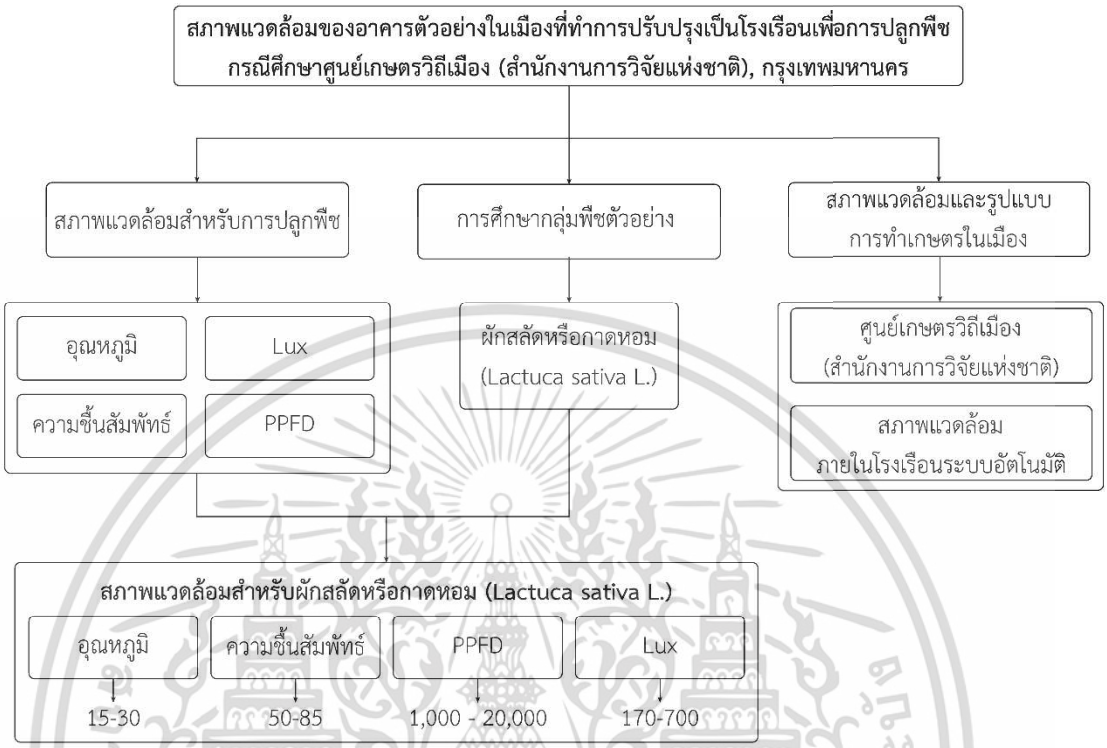
การเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงประมาณ 1,000 Lux อาจส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช โดยงานวิจัยโดย Gent, M. P. N. (2003) พบว่าความเข้มแสงที่ลดลงมากกว่า 10-20% จากค่าที่แนะนำ (12,000-20,000 ลักซ์) สามารถส่งผลกระทบต่อความแตกต่างของการเจริญเติบโตของพืช

2.3.4.4 ความหนาแน่นของฟลักซ์โฟตอนสังเคราะห์แสง (PPFD)

การเปลี่ยนแปลง PPFD ที่ 50-100 μmol/m²/s อาจมีผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืช โดยงานวิจัยโดย Chen, X., et al. (2016) ระบุว่าการเปลี่ยนแปลง PPFD ที่เกินกว่า 50 μmol/m²/s สามารถส่งผลต่อความแตกต่างของประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 2.19 กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การออกแบบก่อนดำเนินงานวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมได้สรุปข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ในการออกแบบและสรุปข้อมูลที่ต้องศึกษาเพิ่มในการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 3.1 สรุปช่วงข้อมูลสำหรับการออกแบบวิธีดำเนินงานวิจัยจากการทบทวนวรรณกรรม

สภาพแวดล้อม	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%RH)	แสง
ผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.)	15-30	50-85	5,000-20,000 Lux 170-700 μmol/m²/s
ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร	เก็บข้อมูล	เก็บข้อมูล	เก็บข้อมูล
โรงเรือนควบคุมระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร	เก็บข้อมูล	เก็บข้อมูล	เก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 เครื่องมือและพารามิเตอร์ในการดำเนินงานวิจัย

1) **กล่องควบคุมอุปกรณ์ด้วย wifi (Smart Control : WiFi IoT Box)** สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการวัดค่าเซนเซอร์ แบบ Universal Input ซึ่งจะสามารถเรียกดูข้อมูลแบบ real time ได้

ภาพที่ 3.1 Smart Control : WiFi IoT Box. (Modela IoT, 2564)

2) **เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT21 (AM2301A)** เป็นเซนเซอร์ที่มีความแม่นยำสูง สามารถใช้งานได้ร่วมกับบอร์ด Arduino วัดความชื้นในอัตราส่วนตั้งแต่ 0-100% และอุณหภูมิในช่วง -40°C ถึง 80°C

ภาพที่ 3.2 DHT21. (AB.in.th, 2562)

3) **เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น AM2305** วัดอุณหภูมิในช่วง -40 ถึง 125 °C วัดความชื้นในช่วง 0-99.9%RH ความเร็วในการวัดทุก 2 วินาที

ภาพที่ 3.3 AM2305. Modela IoT, 2564)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) **เซนเซอร์วัดความเข้มแสง Ambient Light Sensor SEN0390** เซนเซอร์วัดความเข้มแสงหน่วย LUX และสามารถดูค่าแบบหน่วย PPFD (หลอด LED) ได้ด้วย ย่านที่วัดได้ 0 - 200kLUX

ภาพที่ 3.4 SEN0390. (DFRobot, 2020)

3.1.3 ข้อมูลระยะเวลา

จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง และ อาภิรักษ์ หกพันนา (2562) ในการทดสอบงานวิจัยโรงเรือนความร้อนต่ำเพื่อการเกษตรอินทรีย์ โดยติดตั้งเครื่องมือวัดและบันทึกค่า อุณหภูมิ ความชื้นและค่าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการทดลองตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 18.00 น. และทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่อเนื่องบันทึกทุกๆ 5 นาที ในแต่ละจุดพร้อมกัน เป็นเวลา 7 วัน

เนื่องจากโรงเรือนควบคุมระบบอัตโนมัติที่ศึกษามีการปรับอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้คงที่อยู่เสมอเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดภายใน จึงออกแบบให้ทำการศึกษาโรงเรือนควบคุมระบบอัตโนมัติภายใน 1 วัน และนำข้อมูลที่เก็บมาได้ ใช้เปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมตลอดปีของโรงเรือนควบคุมระบบอัตโนมัติได้ และบันทึกค่าพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมกับ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) เป็นเวลา 7 วัน

3.1.4 จุดติดตั้งเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย

จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง และ อาภิรักษ์ หกพันนา, 2019 ได้ทดสอบงานวิจัยโรงเรือนความร้อนต่ำ โดยติดตั้งเครื่องมือวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ บริเวณด้านในของผนัง ด้านทิศเหนือ-ใต้-ตะวันออก-ทิศตะวันตก ด้านละ 1 จุด ในระดับความสูงจากพื้นดิน 0.5 ม. รวม 4 จุด บริเวณตำแหน่งตรงกลางของโรงเรือนที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 0.5 ม. และ ใต้หลังคา ส่วนตำแหน่งอุณหภูมิและความชื้นนั้นติดตั้งที่ระดับความสูง 1.5 ม. และบริเวณกึ่งกลางของช่องระบายอากาศด้านบนหลังคา ติดตั้งจุดวัดที่ตำแหน่งและระดับเดียวกัน ทั้ง 2 โรงเรือน และตำแหน่งวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นติดตั้งภายนอกของโรงเรือนที่ความสูงในระดับเดียวกับหลังคาโรงเรือนชั้นบนสุด ทั้งนี้มีตำแหน่งวัดอุณหภูมิและความชื้นภายนอกโรงเรือนที่ความสูงจากพื้นดิน 2.5 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การศึกษาจุดติดตั้งเครื่องมือ

ข้อมูล	ทิศเหนือ (N)	ทิศตะวันออก (W)	กลางโรงเรือน (C)	ทิศตะวันตก (E)	ทิศใต้ (S)
ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร	ลงพื้นที่เก็บข้อมูลตัวอย่างแนวราบ กำหนด Working Plane ที่ระยะ 1 m.				
	M1	A1	N1	P1	B1
	ลงพื้นที่เก็บข้อมูลตัวอย่างแนวตั้ง กำหนด Working Plane เริ่มที่ระยะ 1 m. และ ทุกระดับ 2.5 m.				
			L1 – L4		
โรงเรือนควบคุมระบบอัตโนมัติ	ลงพื้นที่เก็บข้อมูลตัวอย่าง กำหนด Working Plane ที่ระยะ 1 m.				
			G1		

ตารางที่ 3.3 สรุปเครื่องมือและพารามิเตอร์ในการดำเนินงานวิจัย

ข้อมูล	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%RH)	แสง (LUX, PPFD)	ระยะเวลาการเก็บข้อมูล
ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร	Modela Iot (DHT21, AM2305)	Modela Iot (DHT21, AM2305)	Ambient Light Sensor (BH1750FVI)	1-7 วัน
โรงเรือนระบบอัตโนมัติคณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร	Modela Iot (DHT21, AM2305)	Modela Iot (DHT21, AM2305)	Ambient Light Sensor (BH1750FVI)	1-7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ (Calibration) ก่อนทำการตรวจสอบสภาพแวดล้อม

AMARC (2023)[3] ให้ข้อมูลว่า Calibration คือ กระบวนการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างเครื่องมือ (Unit Under Calibration) กับเครื่องมือมาตรฐาน (Reference Standard) เพื่อหาค่าความถูกต้อง (True Value) หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำไปปรับตั้งเครื่องมือให้อ่านตรงแม่นยำ หรือไปปรับแก้ค่าชดเชยในระบบเพื่อใช้งานต่อไปอาจรวมไปถึงประเมินเครื่องมือก่อนนำไปใช้งานเพื่อให้เครื่องมือวัดนั้นๆใช้งานได้อย่างถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือ การใช้งานเครื่องมือวัดนั้นจำเป็นต้องตรวจสอบค่าของเครื่องมือวัดให้แม่นยำและถูกต้องอยู่เสมอ จึงเป็นที่มาของการสอบเทียบเครื่องมือ โดยขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างง่าย ด้วยวิธีการวัดผลข้อมูลของเครื่องมือและอุปกรณ์โดยกำหนดให้

1) N1 คือเครื่อง Calibrator ทำหน้าที่เปรียบเทียบผลการวัดกับเครื่องมือเพื่อเป็น เครื่องมาตรฐานอ้างอิง หรือ อีกชื่อเรียกว่า Reference Standard มาตรฐานอ้างอิง

2) A1, B1, M1, P1 คือเครื่องมือควบคุม (Unit Under Calibration) ที่ทำการสอบเทียบข้อมูลเพื่อหาค่าเบี่ยงเบนมตารฐานและนำมาปรับแก้ให้ข้อมูลถูกต้อง

โดยทำการสอบเทียบข้อมูล 3 cycle, cycle ละ 24 ชั่วโมง รวมเป็นเวลาตลอด 72 ชั่วโมง โดยบักทึกค่าทุก 25 นาที ณ กลางอาคารโรงเรือน คือ ตำแหน่ง N1 พร้อมๆกันทุกเครื่องที่ใช้ในการทำวิจัยเพื่อทำการตรวจสอบและเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างเครื่องมือทั้งหมดที่ใช้และนำไปเก็บข้อมูลภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม 2567 ถึง 19 มกราคม 26567

[3] AMARC ,2023 หมายถึง บริษัท ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์ และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด (มหาชน) โดยเอมาร์ค (AMARC) แล็บด้านเกษตร อาหาร และยา ที่ให้บริการครบวงจร ทั้งการทดสอบ วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ การสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ การตรวจและรับรอง การให้คำปรึกษา และการฝึกอบรม ครอบคลุมตั้งแต่ปัจจัยการผลิต ขั้นตอนการผลิต จนถึงผลิตภัณฑ์ ที่มา : https://amarc.co.th/calibrate-knowledge-th/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ ณ ตำแหน่งจุด N1 ตั้งแต่วันที่ 13/01/2567 18.00 น. ถึง 14/01/2567 18.00 น.

ตารางที่ 3.4 แสดงตารางผลการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนใช้ในการเก็บข้อมูลแนวราบ ตั้งแต่วันที่ 13/01/2567 18.00 น. ถึง 14/01/2567 18.00 น.

HORIZONTAL

Temperature (°C)

Sensors	*Non Calibration Average (°C)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (°C)*
Sensors N1	30.54	*CALIBRATOR*		30.54
Sensors A1	30.39	1.085	-2.440	30.54
Sensors B1	30.52	1.019	-0.546	30.54
Sensors M1	30.28	1.036	-0.825	30.54
Sensors P1	30.50	1.052	-1.558	30.54

Photosynthetic Photon flux (PPFD)

Sensors	*Non Calibration Average (μMol/m²/S)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (μMol/m²/S)*
Sensors N1	117.53	*CALIBRATOR*		117.53
Sensors A1	114.04	0.90	0.278	117.53
Sensors B1	114.64	1.03	-0.458	117.53
Sensors M1	136.54	0.85	2.051	117.53
Sensors P1	129.74	0.90	0.278	117.53

Relative Humidity (%RH)

Sensors	*Non Calibration Average (%RH)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (%RH)*
Sensors N1	83.11	*CALIBRATOR*		83.11
Sensors A1	81.86	1.02	-0.544	83.11
Sensors B1	76.66	1.29	-15.673	83.11
Sensors M1	68.53	1.21	0.364	83.11
Sensors P1	69.42	1.18	1.138	83.11

Luminous Fux (LUX)

Sensors	*Non Calibration Average (LUX)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (LUX)*
Sensors N1	6328.34	*CALIBRATOR*		6327.86
Sensors A1	6367.12	0.99	42.716	6327.86
Sensors B1	6529.20	0.96	76.083	6327.86
Sensors M1	7583.48	0.81	179.036	6327.86
Sensors P1	7208.05	0.86	96.582	6327.86

ตารางที่ 3.5 แสดงตารางผลการสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนใช้ในการเก็บข้อมูลแนวตั้ง ตั้งแต่วันที่ 06/05/2567 18.00 น. ถึง 07/05/2567 18.00 น.

VERTICAL

Temperature (°C)

Sensors	*Non Calibration Average (°C)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (°C)*
Sensors L1	36.32	0.607	13.898	35.94
Sensors L2	35.89	1.075	-2.631	35.94
Sensors L3	36.10	0.221	27.945	35.94
Sensors L4	35.94	*CALIBRATOR*		35.94
Sensors G1	35.96	1.228	-2.200	35.94

Photosynthetic Photon flux (PPFD)

Sensors	*Non Calibration Average (μMol/m²/S)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (μMol/m²/S)*
Sensors L1	22.35	1.00	0.204	22.61
Sensors L2	25.01	0.83	1.808	22.61
Sensors L3	23.16	0.93	1.043	22.61
Sensors L4	22.61	*CALIBRATOR*		22.61
Sensors G1	21.00	1.15	-1.511	22.61

Relative Humidity (%RH)

Sensors	*Non Calibration Average (%RH)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (%RH)*
Sensors L1	100.00	0.00	46.781	46.78
Sensors L2	54.53	1.07	-11.625	46.78
Sensors L3	54.15	-14.97	1.140	46.78
Sensors L4	46.78	*CALIBRATOR*		46.78
Sensors G1	47.01	1.04	-2.200	46.78

Luminous Fux (LUX)

Sensors	*Non Calibration Average (LUX)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (LUX)*
Sensors L1	1242.49	1.00	14.905	1257.76
Sensors L2	1385.55	0.83	112.048	1257.76
Sensors L3	1385.55	0.93	69.957	1257.76
Sensors L4	1385.55	*CALIBRATOR*		1257.76
Sensors G1	1167.89	1.15	-83.849	1257.76

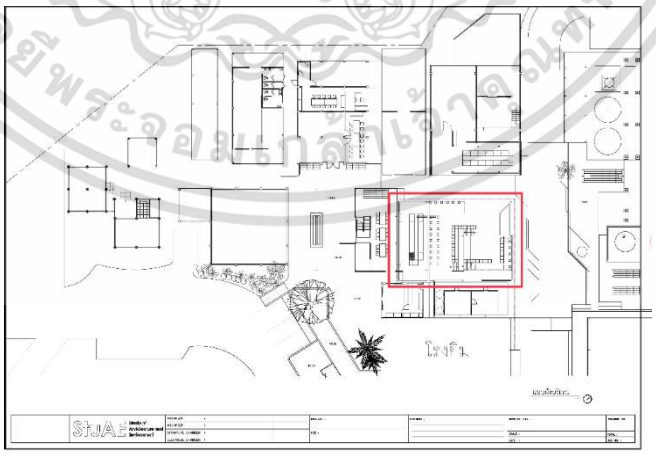
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบจุดติดตั้งเครื่องมือตรวจสอบสภาพแวดล้อม ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

3.2.1 การศึกษาสภาพแวดล้อมในแนวราบ

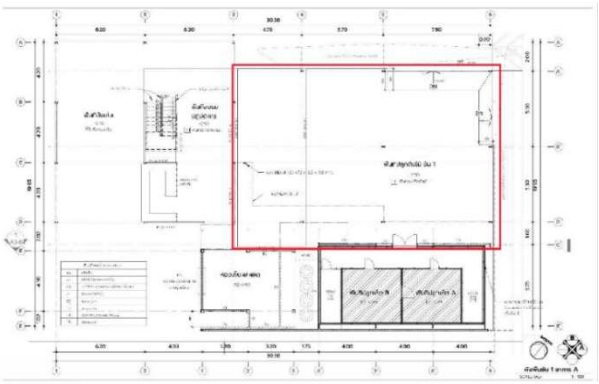
การศึกษาสภาพแวดล้อมในแนวราบเพื่อให้ได้ข้อมูลดังนี้

1) เพื่อทำการศึกษาหาการกระจายตัวทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวราบ ระหว่างจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยติดตั้งเซนเซอร์ตามพื้นที่ที่ออกแบบเพื่อประเมินสภาพแวดล้อมโดยทำการบันทึกผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 5 จุดในเวลาเดียวกัน เป็นเวลา 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 เวลา 00.00 น. ถึง 19 กุมภาพันธ์ 2567 เวลา 23.00น. โดยในส่วนของความเข้มแสง LUX และ PPFD จะพิจารณาข้อมูลแสงกลางวัน 8 ชั่วโมง
2) ทำการศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวราบของจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 7 พฤษภาคม 2567 ถึง 18 พฤษภาคม 2567เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมของ ศูนย์เกษตรวิถีเมืองและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยนำผลทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวราบ เฉลี่ยข้อมูลรายชั่วโมงจุดของทั้ง 5 จุดมาเฉลี่ยข้อมูลรวมกันและประเมินผลตามเกณฑ์การเจริญเติบโตที่เหมาะสมกับผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยในส่วนของความเข้มแสง LUX และ PPFD จะพิจารณาข้อมูลแสงกลางวัน 8 ชั่วโมง

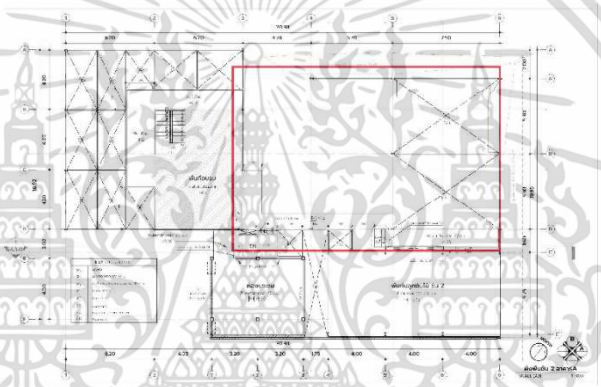


ภาพที่ 3.6 แสดงขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลแบบผังบริเวณ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ)

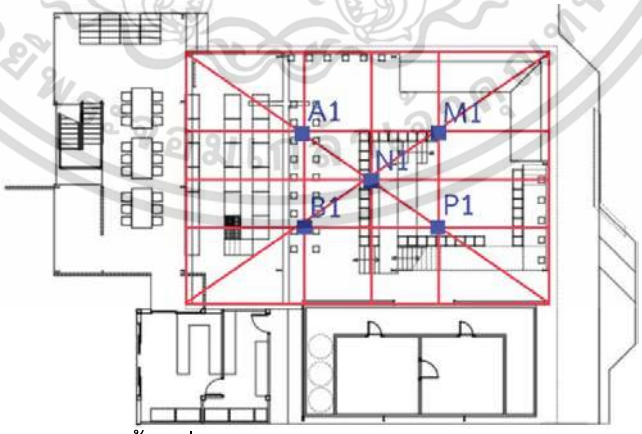
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 แสดงขอบเขตอาคารผังพื้นจุดปลูกพืชชั้น 1 บริเวณศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ)

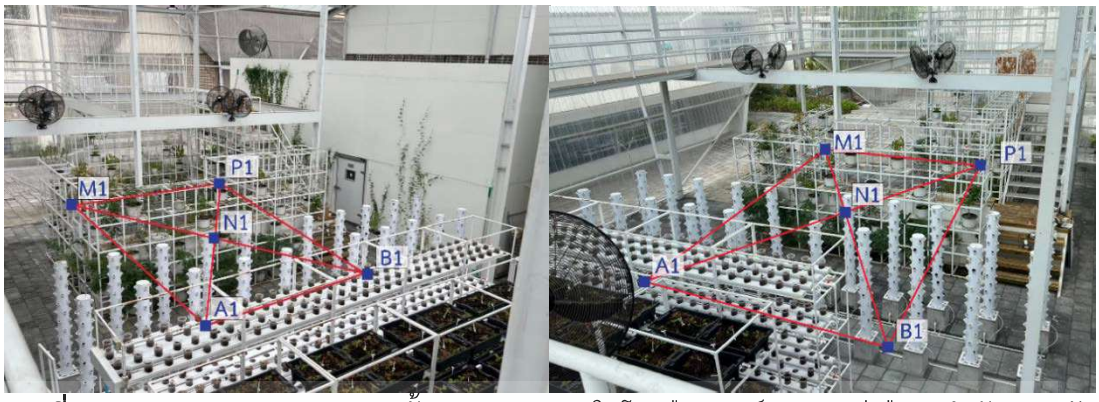


ภาพที่ 3.8 แสดขอบเขตอาคารงผังพื้นจุดปลูกพืชชั้น 2 บริเวณศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ)



ภาพที่ 3.9 การวางแผนผังจุดติดตั้งเครื่องมือแนวราบภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



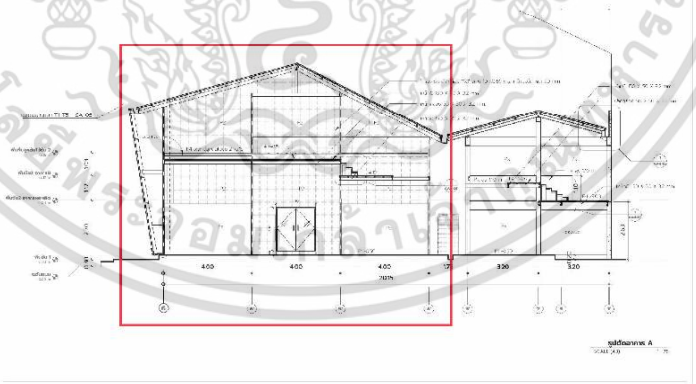
ภาพที่ 3.10 แสดงภาพมุมมองจุดติดตั้ง Sensors ภายในโรงเรือนศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การศึกษาสภาพแวดล้อมในแนวตั้ง

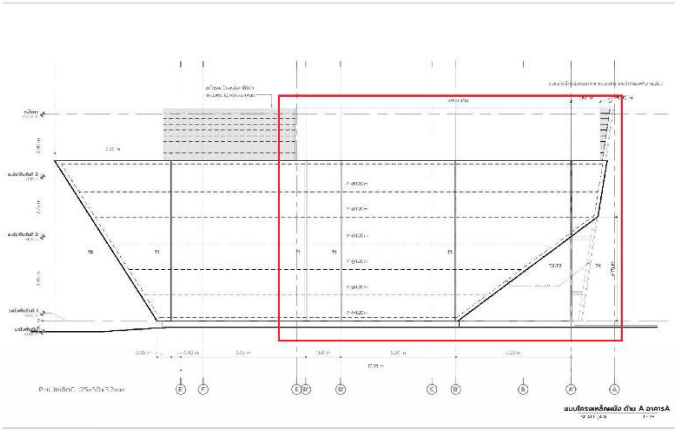
การศึกษาสภาพแวดล้อมในแนวตั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลดังนี้

1) เพื่อทำการศึกษาหาการกระจายตัวทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวตั้งระหว่างจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยติดตั้งเซนเซอร์ตามพื้นที่ที่ออกแบบเพื่อประเมินสภาพแวดล้อมโดยทำการบันทึกผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 4 ระดับในเวลาเดียวกัน ตั้งแต่วันที่ 7 พฤษภาคม 2567 19.00 น. ถึง 8 พฤษภาคม 2567 18.00 น โดยในส่วนของความเข้มแสง LUX และ PPFD จะพิจารณาข้อมูลแสงกลางวัน 8 ชั่วโมง
2) ทำการศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวตั้งของจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 7 พฤษภาคม 2567 ถึง 18 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมของ ศูนย์เกษตรวิถีเมืองและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยนำผลทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวราบ เฉลี่ยข้อมูลรายชั่วโมงจุดของทั้ง 5 จุด มาเฉลี่ยข้อมูลรวมกันและประเมินผลตามเกณฑ์การเจริญเติบโตที่เหมาะสมกับผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยในส่วนของความเข้มแสง LUX และ PPFD จะพิจารณาข้อมูลแสงกลางวัน 8 ชั่วโมง

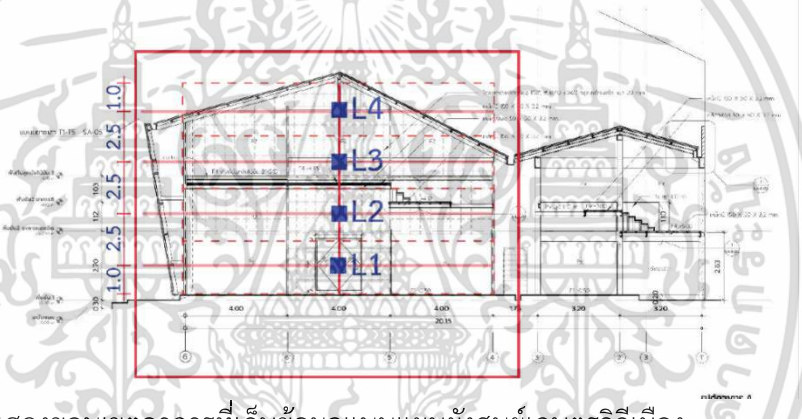


ภาพที่ 3.11 แสดงขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลรูปตัด A บริเวณศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

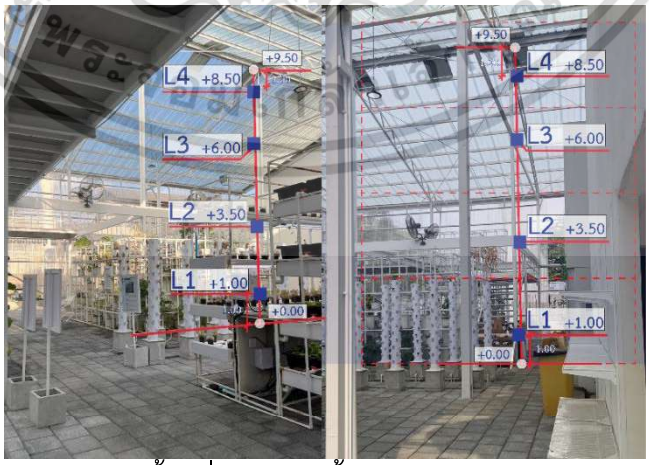
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 แสดงขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลรูปด้าน A บริเวณศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 3.13 แสดงขอบเขตอาคารที่เก็บข้อมูลแบบแผนผังศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

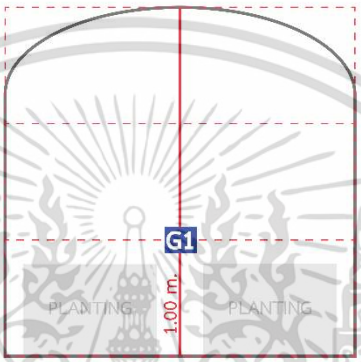


ภาพที่ 3.14 การวางแผนผังจุดติดตั้งเครื่องมือแนวตั้งภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การศึกษาและออกแบบการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมของศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร กับโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

เนื่องจากจุด G1 เป็นโรงเรือนควบคุมระบบอัตโนมัติที่คงสภาพแวดล้อมไว้สำหรับปลูกพืชตลอดปี จึงสามารถนำข้อมูลที่ไม่ได้วัดสภาพในช่วงเวลาเดียวกับการทดสอบแนวราบมาเปรียบเทียบด้วยกัน



ภาพที่ 3.15 แสดงการวางแผนผังจุดติดตั้งเครื่องมือภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร.

ภาพที่ 3.16 แสดงการวางแผนผังจุดติดตั้งเครื่องมือภายในเครื่องมือ จุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การศึกษาการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในแนวราบ

ทำการศึกษาข้อมูลสภาพอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวราบ ของจุด A1, B1, M1, N1, P1 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 ถึง 06 พฤษภาคม 2567 เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร โดยติดตั้งเครื่องมือวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในระดับความสูงจากพื้นดิน 1.00 เมตรทั้งหมด รวม 6 จุด

จากนั้นนำผลทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวราบ เฉลี่ยข้อมูลรายชั่วโมงของทั้ง 5 จุดภายในศูนย์เกษตรวิถีเมืองมาเฉลี่ยข้อมูลรวมกันและเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร โดยในส่วนของความเข้มแสง LUX และ PPFD จะพิจารณาข้อมูลแสงกลางวัน 8 ชั่วโมง

3.3.2 การศึกษาการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในแนวตั้ง

ทำการศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในแนวตั้งของจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 07 พฤษภาคม 2567 ถึง 18 พฤษภาคม 2567 เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร โดยติดตั้งเครื่องมือวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ในระดับความสูงจากพื้นดินเริ่มที่จุด L1 ที่ระยะ 1.00 เมตร เท่ากับชุดข้อมูลแนวราบ และติดตั้งเครื่องมือ L2, L3, L4 ขึ้นไปทุกระยะ 2.5 เมตรรวม 5 จุด และติดตั้งจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ที่ระดับความสูง 1.00 เมตร โดยในส่วนของความเข้มแสง LUX และ PPFD จะพิจารณาข้อมูลแสงกลางวัน 8 ชั่วโมง

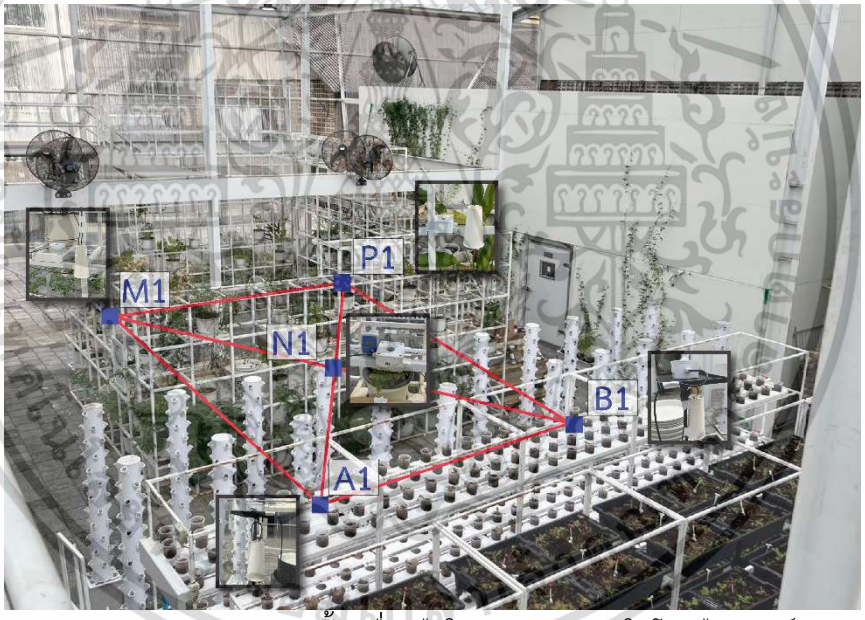
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การดำเนินการและผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล สภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืช กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร โดยแบ่งประเด็นการวิเคราะห์ตามเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากบทที่ 3 ดังต่อไปนี้

4.1 การตรวจสอบสภาพแวดล้อม ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

4.1.1 การตรวจสอบสภาพแวดล้อมในแนวราบ



ภาพที่ 4.1 แสดงภาพมุมมองและจุดติดตั้งเครื่องมือในแนวราบ ภายในโรงเรือนศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลสอบเทียบหลังการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่วันที่ 12 ก.พ. 2567 00.00 น. ถึง 19 ก.พ. 2567 23.00 น

HORIZONTAL

Temperature (°C)

Sensors	*Non Calibration Average (°C)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (°C)*
Sensors N1	30.98	*CALIBRATOR*		31.18
Sensors A1	31.08	1.085	-2.440	31.11
Sensors B1	30.54	1.019	-0.546	30.81
Sensors M1	30.64	1.036	-0.825	30.64
Sensors P1	30.65	1.052	-1.558	30.69

Photosynthetic Photon flux (PPFD)

Sensors	*Non Calibration Average ($\mu Mol/m^2/S$)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average ($\mu Mol/m^2/S$)*
Sensors N1	215.93	*CALIBRATOR*		213.40
Sensors A1	179.17	0.90	0.278	183.94
Sensors B1	118.85	1.03	-0.458	102.56
Sensors M1	111.53	0.85	2.051	111.53
Sensors P1	122.09	0.90	0.278	110.61

Relative Humidity (%RH)

Sensors	*Non Calibration Average (%RH)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (%RH)*
Sensors N1	71.34	*CALIBRATOR*		72.36
Sensors A1	68.86	1.02	-0.544	73.06
Sensors B1	61.30	1.29	-15.673	74.39
Sensors M1	76.84	1.21	0.364	76.84
Sensors P1	62.51	1.18	1.138	74.96

Luminous Fux (LUX)

Sensors	*Non Calibration Average (LUX)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (LUX)*
Sensors N1	11999.19	*CALIBRATOR*		10886.28
Sensors A1	9952.38	0.99	42.716	9604.44
Sensors B1	6600.71	0.96	76.083	5530.72
Sensors M1	6196.40	0.81	179.036	6196.40
Sensors P1	6784.93	0.86	96.582	5961.57

จากการสำรวจและศึกษาสภาพแวดล้อมในแต่ละจุดที่ติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD .ระหว่างจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง จึงทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าเซนเซอร์แต่ละจุดนั้นมีข้อกำหนดและข้อจำกัดดังนี้

จุด A1 และ B1 เป็นพื้นที่ปลูกพืชแบบ Vertical Tower ที่ยังไม่ได้เกิดการใช้งานในเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลทำให้ไม่ได้รับผลกระทบจากการปัจจัยการใช้งานโดยตรง แต่จะได้รับผลกระทบจากจุดข้างเคียงที่ใช้แสง LED ปลูกพืชในระบบ Semi-DFT ที่กำลังทดลองอยู่ภายใน

จุด M1, N1 และ P1 เป็นพื้นที่ปลูกพืชแบบ Modular Tower ที่ทดลองใช้งานในเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลทำให้ได้รับผลกระทบจากการปัจจัยการใช้งานโดยตรงจากระบบรดน้ำและแสงเงาจากการซ้อนชั้นของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.1 การตรวจสอบข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวราบ

1) การศึกษาการกระจายตัวทางอุณหภูมิในแนวราบ

การกระจายตัวทางอุณหภูมิในแนวราบระหว่างจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 5 จุดในเวลาเดียวกันตั้งแต่วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 00.00 น. ถึง 19 กุมภาพันธ์ 2567 23.00 น. ได้ผลว่า

จุด A1 เฉลี่ยรวม 31.26°C โดยมีช่วงอุณหภูมิสูงเกิน 30 °C ช่วง 09.00 -20.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ช่วง 13.00 น.ที่ 37.94 °C

จุด B1 เฉลี่ยรวม 31.19°C โดยมีช่วงอุณหภูมิสูงเกิน 30 °C ช่วง 10.00 -20.00 น. โดยอุณหภูมิช่วง 14.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 38.46 °C

จุด M1 เฉลี่ยรวม 30.90°C โดยมีช่วงอุณหภูมิสูงเกิน 30 °C ช่วง 09.00 -19.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ช่วง 14.00 น.ที่ 38.03 °C

จุด N1 เฉลี่ยรวม 30.70°C โดยมีช่วงอุณหภูมิสูงเกิน 30 °C ช่วง 10.00 -20.00 น. โดยอุณหภูมิช่วง 14.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 36.71 °C

จุด P1 เฉลี่ยรวม 30.79°C โดยมีช่วงอุณหภูมิสูงเกิน 30 °C ช่วง 09.00 -19.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ช่วง 14.00 น.ที่ 36.96 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 12 ก.พ. 2567 ถึง 19 ก.พ. 2567

12/02 - 19/02	Temperature (°C)				
	A1	**B1**	**M1**	**N1**	**P1**
0:00	28.27	28.41	27.96	28.31	28.07
1:00	27.96	28.10	27.69	28.04	27.80
2:00	27.66	27.82	27.40	27.77	27.53
3:00	27.36	27.54	27.09	27.51	27.23
4:00	27.12	27.34	26.83	27.30	26.99
5:00	26.93	27.17	26.64	27.12	26.78
6:00	26.80	27.10	26.50	26.96	26.64
7:00	27.26	27.39	27.03	27.19	27.16
8:00	28.57	28.14	28.51	27.90	28.44
9:00	30.61	29.40	30.40	29.41	30.51
10:00	33.58	31.99	32.47	31.45	32.94
11:00	36.12	34.90	34.39	33.60	34.76
12:00	37.45	37.24	36.22	35.54	36.31
13:00	37.94	38.28	37.43	36.51	36.79
14:00	37.81	38.46	38.03	36.71	36.96
15:00	37.07	37.40	37.54	36.11	36.06
16:00	35.94	35.86	36.18	35.68	35.23
17:00	34.10	34.01	34.02	33.43	33.39
18:00	32.33	32.29	31.86	31.84	31.80
19:00	31.18	31.25	30.64	30.82	30.66
20:00	30.26	30.33	29.84	30.07	29.87
21:00	29.70	29.79	29.34	29.57	29.42
22:00	29.26	29.34	28.94	29.19	29.04
23:00	28.86	28.96	28.56	28.84	28.68
Max	37.94	38.46	38.03	36.71	36.96
Min	26.80	27.10	26.50	26.96	26.64
Average	31.26	31.19	30.90	30.70	30.79

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดที่จุด A1 อยู่ที่ 31.26 °C และค่าต่ำสุดที่จุด N1 °C อยู่ที่ 30.70 °C มีความแตกต่างอยู่ที่ 0.56 °C (น้อยกว่า 1°C) ซึ่งสรุปได้ว่า ทั้ง 5 จุดไม่มีความแตกต่างทางการกระจายตัวทางอุณหภูมิในแนวราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางอุณหภูมิในแนวราบ

การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางอุณหภูมิในแนวราบของจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 12 กุมภาพันธ์ ถึง 6 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ได้ผลว่า

กุมภาพันธ์ เฉลี่ยรวม 31.60 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ช่วง 09.00 -20.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุดช่วง 14.00 น. อยู่ที่ 37.77 °C และมีช่วงยอมรับได้ (15-20°C) ช่วงเวลา 21.00 – 08.00 น.

มีนาคม เฉลี่ยรวม 32.87 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ช่วง 07.00 - 00.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุดช่วง 13.00 น. อยู่ที่ 39.02 °C และมีช่วงยอมรับได้ (15-20°C) ช่วงเวลา 00.00 – 06.00 น

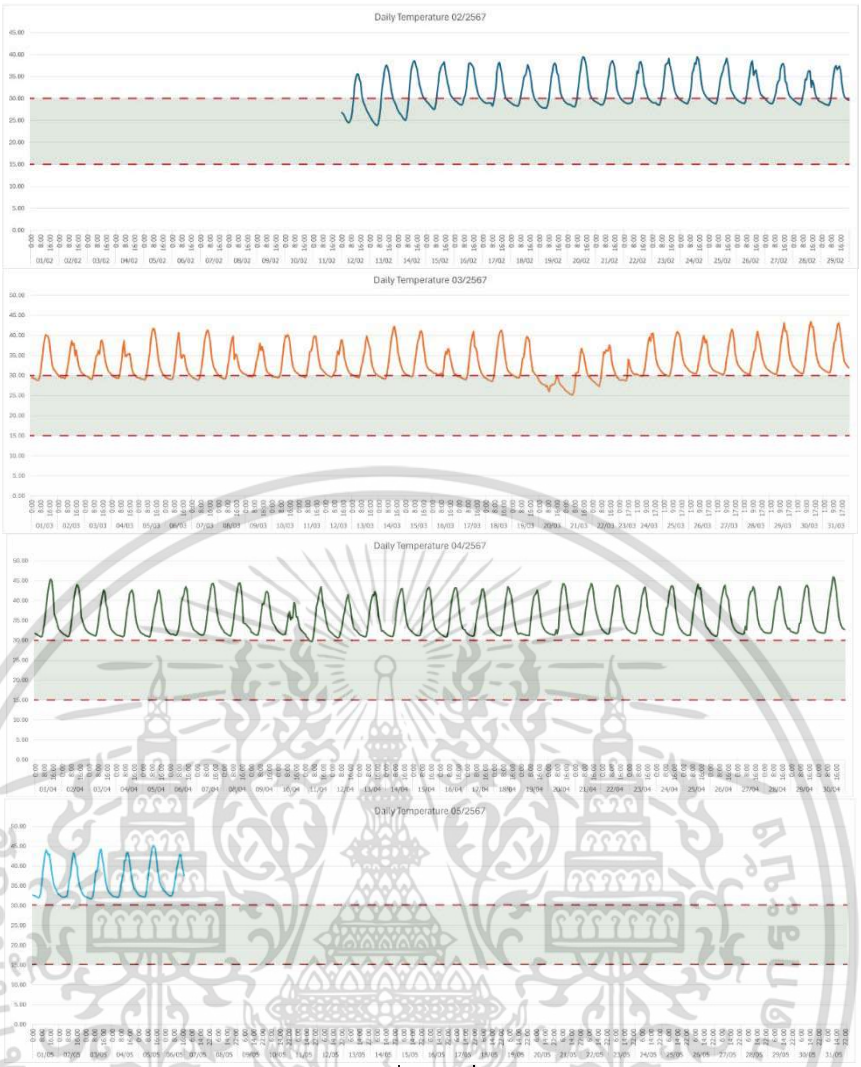
เมษายน เฉลี่ยรวม 35.47 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ช่วง 00.00 - 23.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุดช่วง 14.00 น. อยู่ที่ 43.17 °C

พฤษภาคม เฉลี่ยรวม 36.21 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ช่วง 00.00 - 23.00 น. โดยอุณหภูมิ สูงสุด ช่วง 13.00 น. อยู่ที่ 43.69 °C

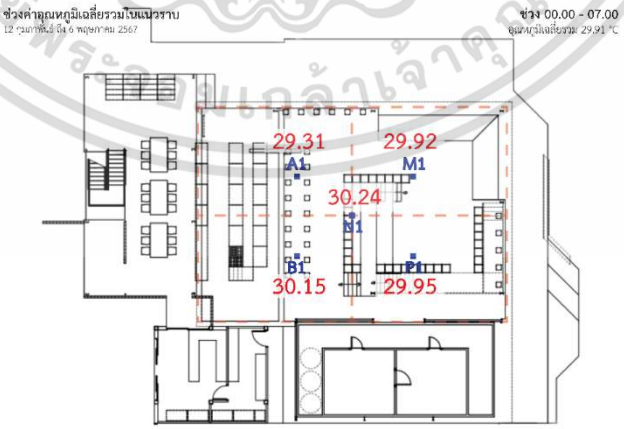
ตารางที่ 4.3 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ ตั้งแต่ 12 ก.พ. 2567 ถึง 6 ก.ค. 2567

	Temperature (°C)			
	02/2567	03/2567	04/2567	05/2567
0:00	28.87	30.00	32.07	32.67
1:00	28.64	29.81	31.87	32.45
2:00	28.43	29.65	31.71	32.31
3:00	28.22	29.52	31.57	32.19
4:00	28.03	29.40	31.47	32.12
5:00	27.89	29.27	31.40	32.03
6:00	27.83	29.26	31.52	32.29
7:00	28.33	30.01	32.67	33.35
8:00	29.59	31.48	34.37	35.61
9:00	31.30	33.36	36.68	38.00
10:00	33.60	35.40	38.85	39.41
11:00	35.43	37.00	40.25	41.52
12:00	36.81	38.35	41.58	43.07
13:00	37.59	39.02	42.45	43.97
14:00	37.77	38.74	42.67	43.65
15:00	37.12	38.37	41.73	42.20
16:00	36.22	37.03	39.60	40.51
17:00	34.11	34.85	37.05	38.10
18:00	32.28	33.11	35.39	36.42
19:00	31.14	31.99	34.19	35.06
20:00	30.40	31.34	33.44	34.26
21:00	29.94	30.93	32.99	33.79
22:00	29.58	30.58	32.67	33.32
23:00	29.29	30.30	32.36	32.94
Max	37.77	39.02	42.67	43.97
Min	27.83	29.26	31.40	32.03
Average	31.60	32.87	35.44	36.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

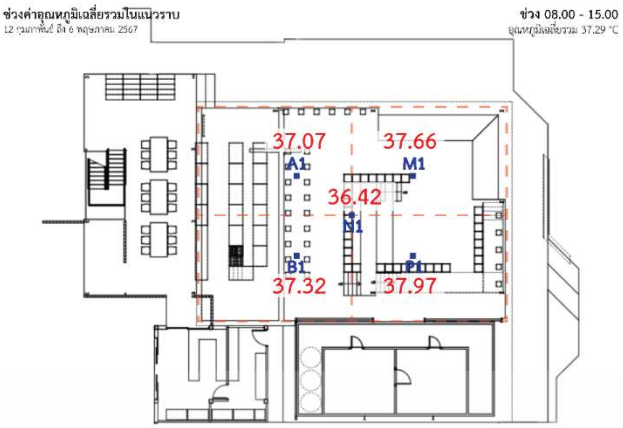


กราฟที่ 4.1 แสดงผลการเก็บข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงแนวราบเดือนก.พ. ถึง ก.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ที่ 15 – 30 °C

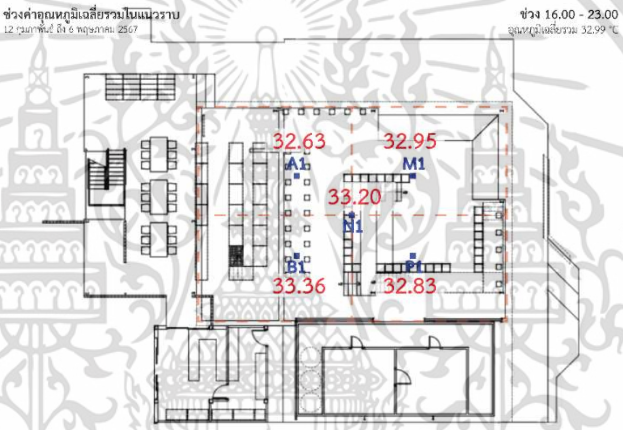


ภาพที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ช่วง 00.00 - 07.00 น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ช่วง 08.00 - 15.00 น.



ภาพที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ช่วง 16.00 - 23.00 น.

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรวมอยู่ที่ 34.04 °C ซึ่งไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงที่อยู่ในเกณฑ์ อยู่ที่ 15 – 30 °C เป็นช่วงที่ยอมรับได้ (25-30°C) ในเดือนกุมภาพันธ์ ช่วง 21.00 ถึง 08.00 น. และเดือน มีนาคม 01.00 น. ถึง 06.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 การตรวจสอบข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบ

1) การศึกษาการกระจายตัวทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบ

การกระจายตัวทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบระหว่างจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 5 จุดในเวลาเดียวกันตั้งแต่วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 00.00 น. ถึง 19 กุมภาพันธ์ 2567 23.00 น. ได้ผลว่า

จุด A1 เฉลี่ยรวม 72.68 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน 85 %RH ช่วง 01.00 - 07.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ช่วง 06.00 น.ที่ 93.18 %RH และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 10.00 -20.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 14.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 49.65 %RH

จุด B1 เฉลี่ยรวม 73.34 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน 85 %RH ช่วง 07.00 - 08.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 06.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 91.71 %RH และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 13.00 -15.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 14.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 47.25 %RH

จุด M1 เฉลี่ยรวม 74.72 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน 85 %RH ช่วง 23.00 - 08.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ช่วง 06.00 น.ที่ 94.05 %RH และไม่มีช่วงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 14.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 50.13 %RH

จุด N1 เฉลี่ยรวม 77.24 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน 85 %RH ช่วง 22.00 - 08.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 06.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 95.03 %RH และไม่มีช่วงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 14.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 54.45 %RH

จุด P1 เฉลี่ยรวม 75.22 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน 85 %RH ช่วง 23.00 - 08.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ช่วง 06.00 น.ที่ 93.11 %RH และไม่มีช่วงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 13.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 53.20 %RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 12 ก.พ. 2567 ถึง 19 ก.พ. 2567

12/02 - 19/02	Relative Humidity (%RH)				
	A1	B1	M1	N1	P1
0:00	83.60	84.29	85.88	87.33	85.80
1:00	85.42	85.55	87.25	89.34	86.96
2:00	86.60	87.02	88.29	90.23	87.93
3:00	88.60	88.75	90.06	91.85	89.58
4:00	90.49	90.22	91.79	93.46	91.09
5:00	92.51	91.47	93.43	94.80	92.60
6:00	93.18	91.71	94.05	95.03	93.11
7:00	90.73	90.63	91.91	94.73	90.70
8:00	84.18	87.54	85.67	92.23	85.49
9:00	74.46	81.35	76.92	82.94	76.16
10:00	63.20	69.25	67.63	73.05	66.27
11:00	55.67	58.90	61.00	64.84	60.38
12:00	51.39	51.73	54.98	58.22	54.95
13:00	49.92	48.48	51.71	54.94	53.20
14:00	49.65	47.25	50.13	54.45	53.28
15:00	50.53	48.56	50.56	54.62	54.72
16:00	53.54	52.46	54.13	55.88	57.32
17:00	59.17	58.95	60.58	61.99	63.82
18:00	64.19	64.90	66.81	66.96	68.51
19:00	70.41	71.36	73.63	73.96	74.78
20:00	75.17	76.17	77.95	78.95	78.61
21:00	77.61	78.42	80.42	81.47	80.78
22:00	81.35	81.79	83.92	85.22	83.96
23:00	84.50	84.80	86.78	88.28	86.64
Max	93.18	91.71	94.05	95.03	93.11
Min	49.65	47.25	50.13	54.45	53.20
Average	72.68	73.34	74.72	77.24	75.22

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดที่จุด N1 อยู่ที่ 77.24 %RH และค่าต่ำสุดที่จุด A1 อยู่ที่ 77.68 %RH มีความแตกต่าง อยู่ที่ 4.56 %RH (น้อยกว่า 10 %RH) ซึ่งสรุปได้ว่า ทั้ง 5 จุดไม่มีความแตกต่างทางการกระจายตัวทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบ

การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบของจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 12 กุมภาพันธ์ ถึง 6 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ได้ผลว่า

กุมภาพันธ์ เฉลี่ยรวม 77.81 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 30 %RH ช่วง 22.00 -08.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดช่วง 06.00 น. อยู่ที่ 96.30 %RH และไม่มีช่วงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 14.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 54.79 %RH

มีนาคม เฉลี่ยรวม 78.41 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 30 %RH ช่วง 07.00 -00.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดช่วง 06.00 น. อยู่ที่ 96.34 %RH และไม่มีช่วงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 13.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 55.50 %RH

เมษายน เฉลี่ยรวม 72.58 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 30 %RH ช่วง 00.00 – 23.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดช่วง 05.00 น. อยู่ที่ 93.01 %RH และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 10.00 -20.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 14.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 46.51 %RH

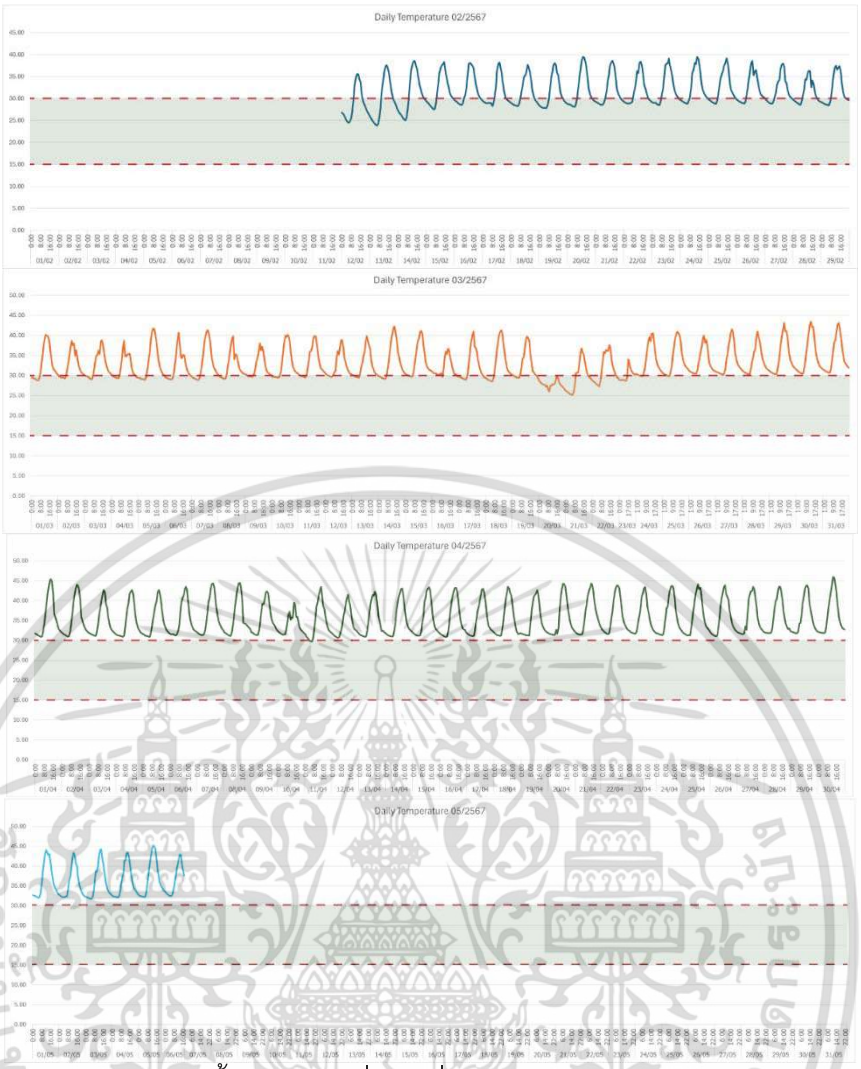
พฤษภาคม เฉลี่ยรวม 69.46 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 30 %RH ช่วง 00.00 -23.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ช่วง 05.00 น. อยู่ที่ 92.33 %RH และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 10.00 -20.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 14.00 น ต่ำสุดอยู่ที่ 44.17 %RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

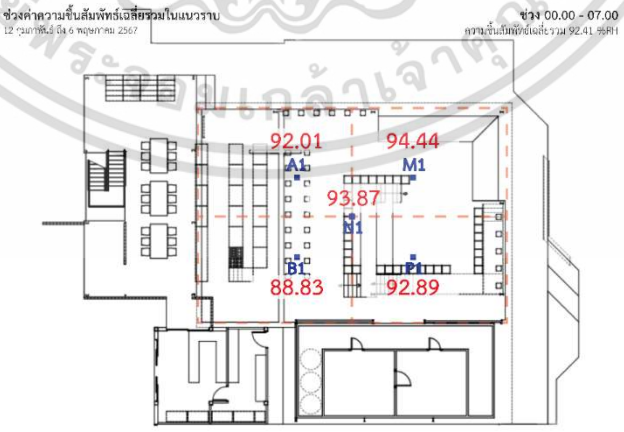
ตารางที่ 4.5 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ ตั้งแต่ 12 ก.พ. 2567 ถึง 6 ก.ค. 2567

	Relative Humidity (%RH)			
	02/2567	03/2567	04/2567	05/2567
0:00	89.99	92.02	88.37	87.74
1:00	91.54	93.00	89.63	88.85
2:00	92.60	93.73	90.27	89.91
3:00	93.72	94.51	91.12	90.85
4:00	94.84	95.09	92.16	91.37
5:00	95.96	95.84	93.01	92.33
6:00	96.30	96.34	92.80	91.64
7:00	94.17	93.29	87.50	85.37
8:00	88.32	85.50	78.23	71.99
9:00	79.32	75.68	66.41	61.24
10:00	69.35	67.11	57.94	58.40
11:00	62.44	61.29	53.48	52.75
12:00	57.74	57.32	49.82	46.66
13:00	55.70	55.50	48.00	44.24
14:00	54.79	56.58	46.51	44.17
15:00	55.24	56.74	47.42	45.92
16:00	56.36	59.20	52.08	48.88
17:00	62.54	65.18	59.80	53.40
18:00	69.42	72.14	66.37	56.99
19:00	76.58	78.16	72.93	65.64
20:00	81.43	83.16	77.92	71.71
21:00	84.14	86.74	82.33	76.73
22:00	87.16	89.23	85.18	80.88
23:00	89.25	90.71	87.22	85.38
Max	96.30	96.34	93.01	92.33
Min	54.79	55.50	46.51	44.17
Average	77.81	78.41	72.58	69.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

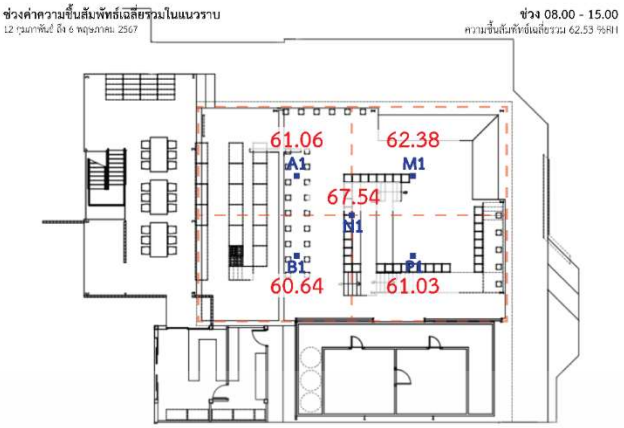


กราฟที่ 4.2 แสดงข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวราบเดือนก.พ. ถึง ก.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ที่ 50 – 85 %RH

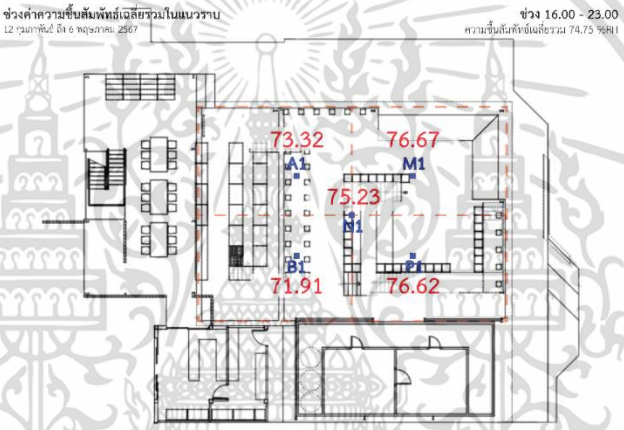


ภาพที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 08.00 - 15.00 น.



ภาพที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 16.00 - 23.00 น.

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรวมอยู่ที่ 75.13 %RH ซึ่งยอมรับได้กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 50 – 85 %RH ช่วง 08.00 - 21.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 การตรวจสอบข้อมูลค่าความเข้มแสง LUX ในแนวราบ

1) การศึกษาการกระจายตัวทางความเข้มแสง LUX ในแนวราบ

การกระจายตัวทางความเข้มแสง LUX ในแนวราบระหว่างจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 5 จุดในเวลาเดียวกันตั้งแต่วันที่ 12 กุมภาพันธ์ ถึง 19 กุมภาพันธ์ 2567 ช่วง 09.00.-16.00 น. ได้ผลว่า

จุด A1 เฉลี่ยรวม 30797.90 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 - 15.00 น สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 49070.67 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -07.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง 20.00 น -05.00 เฉลี่ยอยู่ที่ 43.56 Lux และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 9072.37 Lux

จุด B1 เฉลี่ยรวม 26985.58 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 - 15.00 น. สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 43461.05 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -07.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง 20.00 น -05.00 เฉลี่ยอยู่ที่ 74.83 Lux และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 7469.47 Lux

จุด M1 เฉลี่ยรวม 14820.09 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 13.00 - 14.00 น. สูงสุดช่วง 14.00 น.ที่ 23235.94 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -08.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง 19.00 น -05.00 เฉลี่ยอยู่ที่ 179.87 Lux และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 4856.33 Lux

จุด N1 เฉลี่ยรวม 17308.00 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 11.00 - 13.00 น. สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 24320.37 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -07.00 น.โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง 20.00 น -05.00 เฉลี่ยอยู่ที่ 0.77 Lux และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 6676.29 Lux

จุด P1 เฉลี่ยรวม 16829.15 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 11.00 - 13.00 น. สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 25580.43 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -07.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง19.00 น -05.00 เฉลี่ยอยู่ที่ 98.01 และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 6152.12 Lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 12 ก.พ. 2567 ถึง 19 ก.พ. 2567

12/02 - 19/02	LUX				
	A1	**B1**	**M1**	**N1**	**P1**
0:00	42.80	66.61	179.08	0.11	96.64
1:00	42.80	66.61	179.08	0.11	96.64
2:00	42.80	76.19	179.08	0.11	96.64
3:00	42.80	76.19	179.08	0.11	96.64
4:00	42.83	76.21	179.11	0.13	96.67
5:00	45.16	77.78	181.09	1.80	100.14
6:00	678.85	471.14	312.11	184.15	241.17
7:00	3794.67	3174.82	2097.45	2676.55	2373.51
8:00	9072.37	7469.47	4856.33	6676.29	6152.12
9:00	16670.92	12577.57	7792.45	11337.05	11689.20
10:00	30595.31	20346.69	10646.13	17940.24	19598.87
11:00	43118.96	31810.07	13513.45	24088.99	25286.72
12:00	49070.67	43461.05	17756.06	24320.37	25580.43
13:00	43367.85	42815.34	22349.82	20939.88	20066.79
14:00	32834.34	34595.00	23235.94	18462.62	15020.49
15:00	21652.80	22809.46	18410.58	14698.58	11238.53
16:00	14344.48	12944.42	10163.24	9069.15	7481.05
17:00	4619.91	4609.77	3725.72	3248.47	2527.96
18:00	734.55	542.00	368.36	228.73	268.37
19:00	469.02	276.37	186.46	19.77	106.84
20:00	44.56	77.53	181.06	1.77	100.05
21:00	44.52	77.50	181.05	1.75	100.03
22:00	44.47	77.46	181.02	1.72	99.98
23:00	42.81	76.20	179.08	0.12	96.64
Max	49070.67	43461.05	23235.94	24320.37	25580.43
Min	9072.37	7469.47	4856.33	6676.29	6152.12
Average	30797.90	26985.58	14820.09	17308.00	16829.15

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่าความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรวมสูงสุดที่จุด A1 อยู่ที่ 30797.90 Lux และค่าต่ำสุดที่จุด M1 อยู่ที่ 14820.09 Lux มีความแตกต่าง อยู่ที่ 15977.81 Lux (มากกว่า 1,000 Lux) ซึ่งสรุปได้ว่า ทั้ง 5 จุดมีความแตกต่างทางการกระจายตัวทางความเข้มแสง LUX ในแนวราบ โดยจุด A1, B1 เป็นกลุ่มที่เกิน 20,000 Lux และ M1, N1, P1 เป็นกลุ่มที่อยู่ในช่วง 10,000 – 20,000 Lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางความเข้มแสง LUX ในแนวราบ

การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางความเข้มแสง LUX ในแนวราบของจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 12 กุมภาพันธ์ ถึง 6 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ได้ผลว่า

กุมภาพันธ์ เฉลี่ยรวม 22243.30 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 -14.00 น สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 31263.97 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -07.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง 20.00 น -05.00 เฉลี่ยอยู่ที่ 79.78 Lux และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 7435.14 Lux

มีนาคม เฉลี่ยรวม 24640.25 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 -15.00 น สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 33348.79 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -07.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง 20.00 น -05.00 ต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 79.27 Lux และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 9582.70 Lux

เมษายน เฉลี่ยรวม 27613.37 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 -15.00 น สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 35103.61 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -08.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง 20.00 น -05.00 ต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 56.17 Lux และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 14374.85 Lux

พฤษภาคม เฉลี่ยรวม 30619.43 Lux มีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 -15.00 น สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 39342.06 Lux และต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 -08.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ต่ำสุดในช่วง 20.00 น -05.00 ต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 49.60 Lux และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 17396.70 Lux

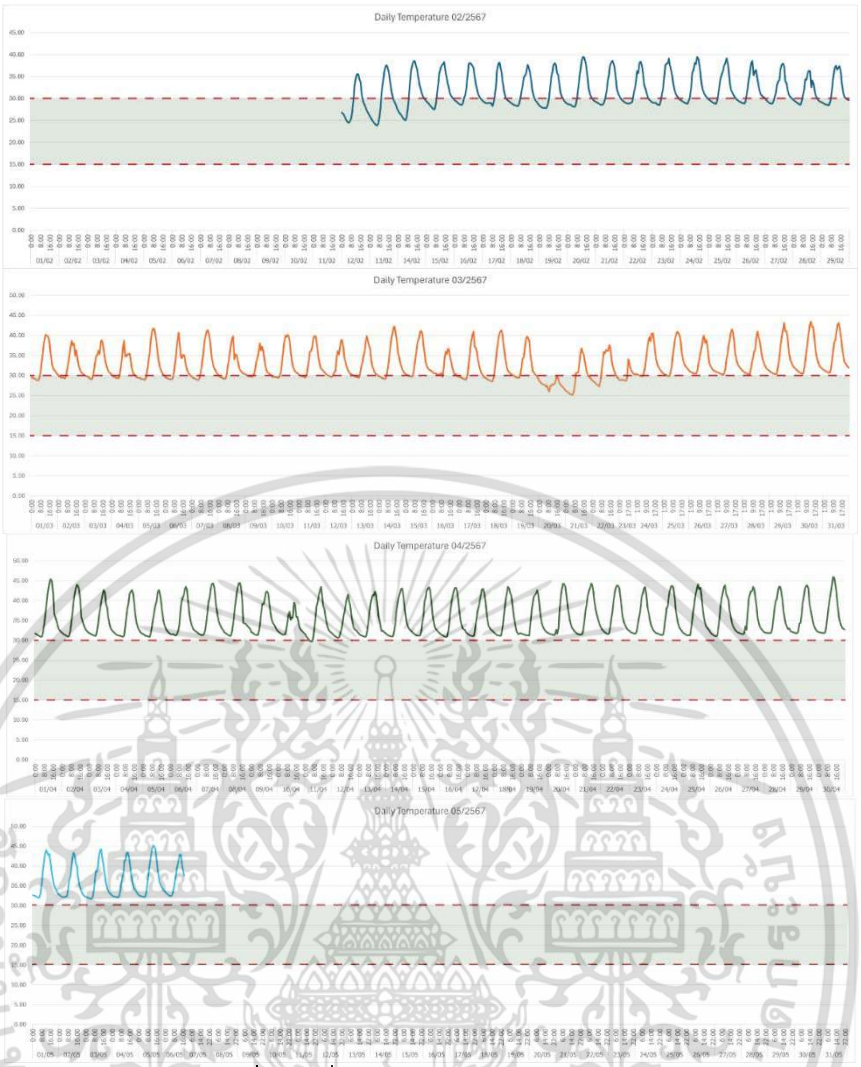
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ ตั้งแต่ 12 ก.พ. 2567 ถึง 6 ก.ค. 2567

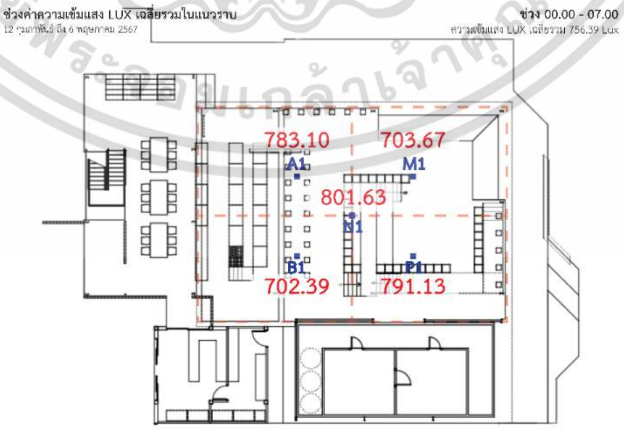
	LUX			
	02/2567	03/2567	04/2567	05/2567
0:00	79.00	80.92	56.12	46.52
1:00	79.00	76.92	56.11	46.52
2:00	79.00	76.92	56.12	46.53
3:00	78.99	77.21	56.12	46.54
4:00	79.00	77.22	56.12	46.53
5:00	81.11	78.62	63.58	76.86
6:00	430.40	725.58	1559.88	2252.53
7:00	3204.91	4250.08	6985.76	7864.90
8:00	7435.14	9582.70	14374.85	17396.70
9:00	12930.01	16932.91	25400.24	27179.66
10:00	21375.86	24786.78	32920.02	35600.66
11:00	27605.87	30172.31	35103.61	39342.06
12:00	31263.97	33348.79	34247.76	38827.46
13:00	30833.52	32770.97	32381.76	37659.04
14:00	27131.37	28521.64	27563.45	29039.47
15:00	19370.70	21005.93	18915.28	19910.39
16:00	12202.91	11926.27	9160.55	9578.26
17:00	4112.74	3863.20	3393.85	3955.05
18:00	485.41	505.39	493.04	536.25
19:00	211.35	160.33	88.21	164.91
20:00	80.92	78.50	53.22	46.82
21:00	80.91	79.89	54.29	46.57
22:00	80.89	80.85	54.27	46.54
23:00	79.00	85.64	55.71	46.53

	DLI 8 hrs			
Max	31263.97	33348.79	35103.61	39342.06
Min	7435.14	9582.70	14374.85	17396.70
Average	22243.30	24640.25	27613.37	30619.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

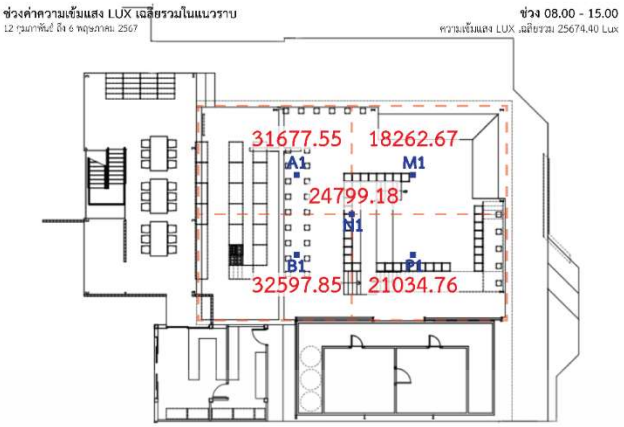


กราฟที่ 4.3 แสดงข้อมูล LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวราบเดือนก.พ. ถึง ก.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ที่ 5,000 – 20,000 Lux

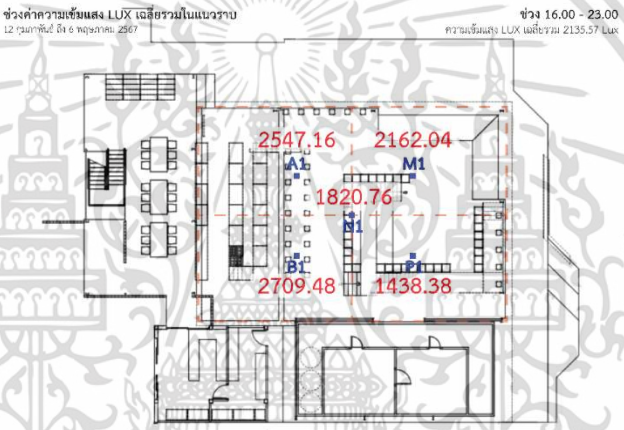


ภาพที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 08.00 - 15.00 น.



ภาพที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 16.00 - 23.00 น.

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่าความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรวมอยู่ที่ 26094.05 Lux ซึ่งไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.). โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 5,000 – 20,000 Lux ช่วง 07.00 - 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 การตรวจสอบข้อมูลค่า PPFD ในแนวราบ

1) การศึกษาการกระจายตัวทาง PPFD ในแนวราบ

การกระจายตัวทาง PPFD ในแนวราบระหว่างจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 5 จุดในเวลาเดียวกันตั้งแต่วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 00.00 น. ถึง 19 กุมภาพันธ์ 2567 23.00 น. ได้ผลว่า

จุด A1 เฉลี่ยรวม 604.71 µmol/m²/s โดยมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วง 11.00 -13.00 น. สูงสุดช่วง 12.00 น.ที่ 963.65 µmol/m²/s และต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 -07.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 0.29 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 177.75 µmol/m²/s

จุด B1 เฉลี่ยรวม 520.23 µmol/m²/s โดยมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วง 12.00 -13.00 น. สูงสุดช่วง 12.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 838.81 µmol/m²/s และ ต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 -07.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 0.01 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 142.57 µmol/m²/s

จุด M1 เฉลี่ยรวม 277.03 µmol/m²/s โดยไม่มีมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วงสูงสุด 14.00 น.ที่ 434.98 µmol/m²/s และต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 - 08.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 2.07 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 89.94 µmol/m²/s

จุด N1 เฉลี่ยรวม 311.55 µmol/m²/s โดยไม่มีมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วงสูงสุด 12.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 437.88 µmol/m²/s และต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 - 07.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 0.01 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 120.16 µmol/m²/s

จุด P1 เฉลี่ยรวม 315.11 µmol/m²/s โดยไม่มีมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วงสูงสุด 11.00 น.ที่ 479.24 µmol/m²/s และต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 - 07.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 0.30 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 114.21 µmol/m²/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 12 ก.พ. 2567 ถึง 19 ก.พ. 2567

12/02 - 19/02	PPFD (µmol/m²/s)				
	A1	**B1**	**M1**	**N1**	**P1**
0:00	0.28	0.00	2.05	0.00	0.28
1:00	0.28	0.00	2.05	0.00	0.28
2:00	0.28	0.00	2.05	0.00	0.28
3:00	0.28	0.00	2.05	0.00	0.28
4:00	0.28	0.00	2.05	0.00	0.28
5:00	0.33	0.03	2.09	0.03	0.35
6:00	12.78	7.18	4.55	3.31	3.00
7:00	74.01	59.49	38.18	48.18	43.11
8:00	177.75	142.57	89.94	120.16	114.21
9:00	326.86	241.37	145.19	203.96	218.33
10:00	600.59	391.83	198.62	323.25	367.48
11:00	847.19	613.53	252.38	433.57	474.51
12:00	963.65	838.81	332.45	437.88	479.24
13:00	851.65	826.26	418.23	376.90	376.06
14:00	644.78	668.13	434.98	332.10	281.09
15:00	425.24	439.36	344.47	264.55	210.00
16:00	281.48	248.50	189.62	163.24	139.24
17:00	90.27	87.25	68.76	58.46	46.04
18:00	13.88	8.56	5.57	4.12	3.51
19:00	8.66	3.42	2.19	0.36	0.47
20:00	0.31	0.03	2.09	0.03	0.34
21:00	0.31	0.03	2.09	0.03	0.34
22:00	0.31	0.03	2.09	0.03	0.34
23:00	0.28	0.00	2.05	0.00	0.28
Max	963.65	838.81	434.98	437.88	479.24
Min	177.75	142.57	89.94	120.16	114.21
Average	604.71	520.23	277.03	311.55	315.11

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่า PPFD เฉลี่ยรวมสูงสุดที่จุด A1 อยู่ที่ 604.71 µmol/m²/s และค่าต่ำสุดที่จุด M1 อยู่ที่ 277.03 µmol/m²/s มีความแตกต่าง อยู่ที่ 327.68 µmol/m²/s (มากกว่า 50 µmol/m²/s) ซึ่งสรุปได้ว่า ทั้ง 5 จุดมีความแตกต่างทางการกระจายตัวทาง PPFD ในแนวราบ โดยจุด A1, B1 เป็นกลุ่มที่ใกล้เคียงกันช่วง 500 -700 µmol/m²/s และ M1, N1, P1 เป็นกลุ่มที่ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 200-400 µmol/m²/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทาง PPFD ในแนวราบ

การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางอุณหภูมิในแนวราบของจุด A1, B1, M1, N1, P1 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 12 กุมภาพันธ์ ถึง 6 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ได้ผลว่า

กุมภาพันธ์ เฉลี่ยรวม 422.67 µmol/m²/s โดยไม่มีมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วงสูงสุด 12.00 น.ที่ 595.39 µmol/m²/s และต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 - 08.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 0.45 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 140.09 µmol/m²/s

มีนาคม เฉลี่ยรวม 462.4 µmol/m²/s โดยไม่มีมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วงสูงสุด 12.00 น.ที่ 626.83 µmol/m²/s และต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 - 07.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 0.43 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 179.01 µmol/m²/s

เมษายน เฉลี่ยรวม 511.32 µmol/m²/s โดยไม่มีมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วงสูงสุด 11.00 น.ที่ 650.14 µmol/m²/s และต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 16.00 - 07.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 0.28 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 265.34 µmol/m²/s

พฤษภาคม เฉลี่ยรวม 577.90 µmol/m²/s โดยมีช่วง PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ช่วง 11.00 -13.00 น. สูงสุดช่วง 11.00 น.ที่ 742.63 µmol/m²/s และต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 -07.00 น. โดย PPFD ช่วง 20.00 – 15.00 น. ต่ำสุดอยู่ที่ 0.25 µmol/m²/s และในช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs) ช่วง 08.00 -15.00 น. ค่าต่ำสุดเฉลี่ย 327.15 µmol/m²/s

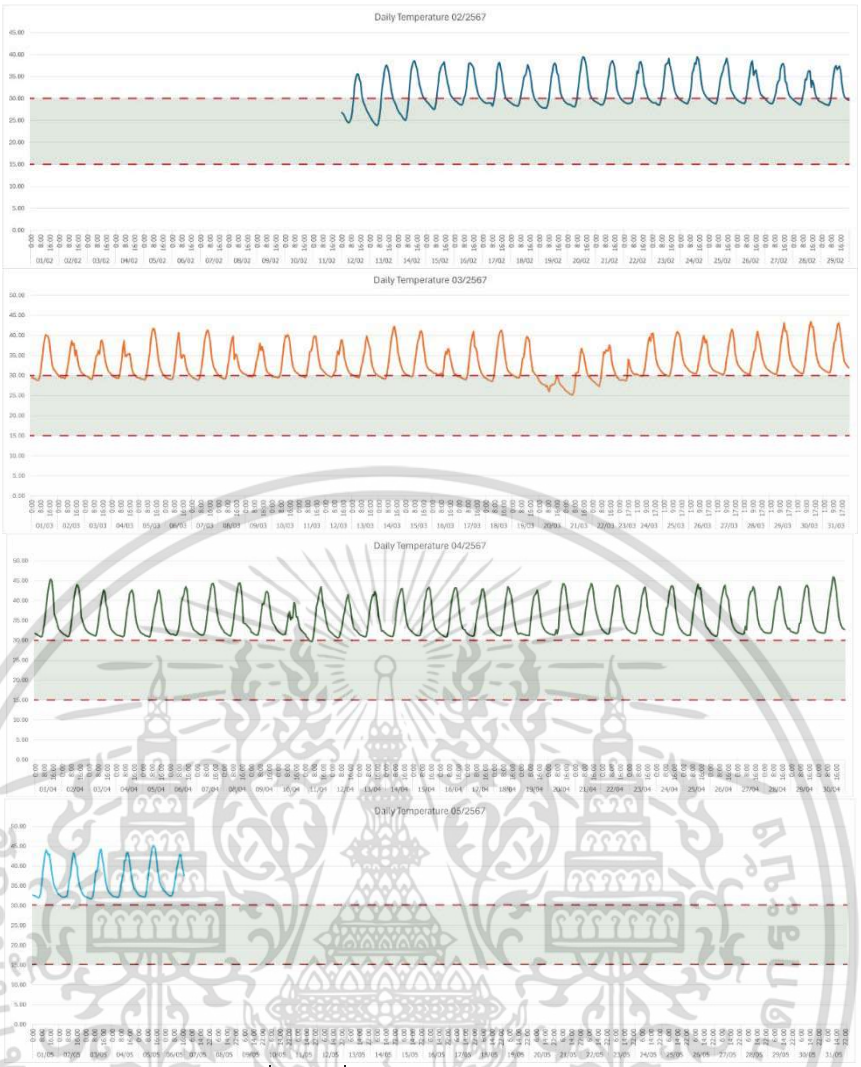
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวราบศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนัก (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ ตั้งแต่ 12 ก.พ. 2567 ถึง 6 ก.ค. 2567

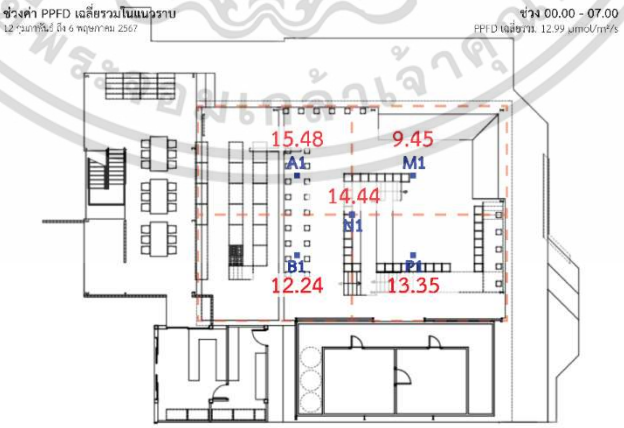
	PPFD			
	02/2567	03/2567	04/2567	05/2567
0:00	0.43	0.47	0.27	0.19
1:00	0.43	0.39	0.27	0.19
2:00	0.43	0.39	0.27	0.19
3:00	0.43	0.39	0.27	0.19
4:00	0.43	0.39	0.27	0.19
5:00	0.47	0.42	0.41	0.76
6:00	7.17	12.61	28.09	41.86
7:00	59.81	78.46	128.55	147.54
8:00	140.09	179.01	265.34	327.15
9:00	244.52	315.68	469.40	511.45
10:00	405.75	464.85	609.76	671.09
11:00	524.74	565.06	650.14	742.63
12:00	595.39	626.83	634.33	733.79
13:00	587.56	616.19	600.22	712.11
14:00	516.10	538.33	510.81	548.65
15:00	367.23	393.73	350.54	376.35
16:00	230.98	223.69	169.15	179.90
17:00	77.09	71.70	62.18	73.93
18:00	8.21	8.50	8.41	9.50
19:00	3.01	2.00	0.91	2.50
20:00	0.47	0.41	0.24	0.19
21:00	0.47	0.43	0.26	0.19
22:00	0.47	0.45	0.26	0.19
23:00	0.43	0.54	0.28	0.19

	DLI 8 hrs			
Max	595.39	626.83	650.14	742.63
Min	140.09	179.01	265.34	327.15
Average	422.67	462.46	511.32	577.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

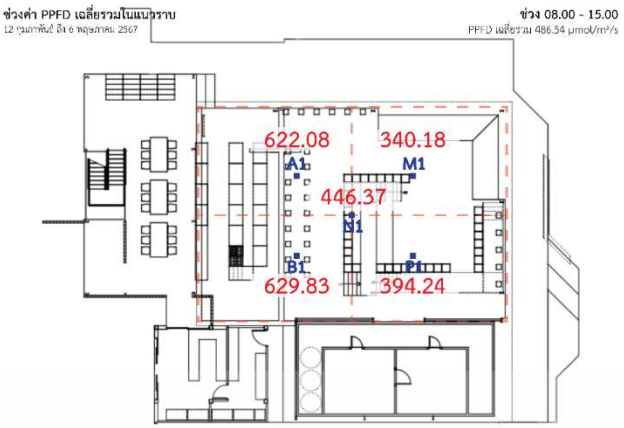


กราฟที่ 4.4 แสดงข้อมูล PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวราบเดือนก.พ. ถึง ก.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ที่ 170 – 700 µmol/m²/s

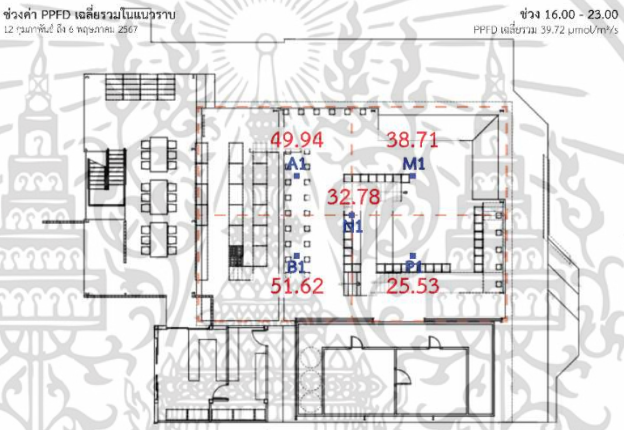


ภาพที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 08.00 - 15.00 น.



ภาพที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 16.00 - 23.00 น.

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 5 จุดมีค่า PPFD เฉลี่ยรวมอยู่ที่ 490.22 µmol/m²/s ซึ่งเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.). โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 170 – 700 µmol/m²/s ช่วง 08.00 - 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การตรวจสอบสภาพแวดล้อมในแนวตั้ง

ภาพที่ 4.14 แสดงภาพมุมมองและจุดติดตั้งเครื่องมือในแนวตั้ง ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 4.10 แสดงผลสอบเทียบหลังการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่วันที่ 7 ก.ค. 2567 19.00 น. ถึง 8 ก.ค. 2567 19.00 น

VERTICAL

Temperature (°C)

Sensors	*Non Calibration Average (°C)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (°C)*
Sensors L1	36.13	0.607	13.898	35.82
Sensors L2	33.92	1.075	-2.631	33.82
Sensors L3	33.06	0.221	27.945	35.26
Sensors L4	33.17	*CALIBRATOR*		33.17

Photosynthetic Photon flux (PPFD)

Sensors	*Non Calibration Average (μMol/m²/S)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (μMol/m²/S)*
Sensors L1	170.72	1.00	0.204	171.31
Sensors L2	278.20	0.83	1.808	233.14
Sensors L3	230.02	0.93	1.043	215.25
Sensors L4	159.94	*CALIBRATOR*		159.94

Relative Humidity (%RH)

Sensors	*Non Calibration Average (%RH)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (%RH)*
Sensors L1	69.99	0.00	46.781	46.78
Sensors L2	73.03	1.07	-11.625	66.59
Sensors L3	71.15	-14.97	1.140	66.17
Sensors L4	63.40	*CALIBRATOR*		63.40

Luminous Fux (LUX)

Sensors	*Non Calibration Average (LUX)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (LUX)*
Sensors L1	9485.74	1.00	14.905	9503.48
Sensors L2	15453.51	0.83	112.048	12890.64
Sensors L3	12777.60	0.93	69.957	11900.62
Sensors L4	8886.50	*CALIBRATOR*		8886.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1 การตรวจสอบข้อมูลค่าอุณหภูมิในแนวตั้ง

1) การศึกษาการกระจายตัวทางอุณหภูมิในแนวตั้ง

การศึกษาหาการกระจายตัวทางอุณหภูมิในแนวตั้งระหว่างจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 4 จุดในเวลาเดียวกันตั้งแต่วันที่ 7 พฤษภาคม 2567 19.00 น. ถึง 8 พฤษภาคม 2567 18.00 น ได้ผลว่า

จุด L1 เฉลี่ยรวม 36.16 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ช่วง 00.00 -23.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ช่วง 14.00 น.ที่ 42.84 °C

จุด L2 เฉลี่ยรวม 33.84 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ช่วง 07.00 -22.00 น. โดยอุณหภูมิช่วง 13.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 44.35 °C

จุด L3 เฉลี่ยรวม 35.25 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ช่วง 00.00 -23.00 น. โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ช่วง 15.00 น.ที่ 38.14 °C

จุด L4 เฉลี่ยรวม 33.14 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ช่วง 09.00 -18.00 น. โดยอุณหภูมิช่วง 13.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 47.14 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 7 พ.ค. 2567 19.00 น. ถึง 8 พ.ค. 2567 18.00 น

07/05 19.00	Temperature (°C)				
08/05 18.00	L1	L2	L3	L4	Avr. L1-L4
0:00	33.58	29.67	33.87	26.52	30.91
1:00	33.13	29.28	33.81	26.25	30.62
2:00	32.85	29.10	33.77	26.05	30.44
3:00	32.66	28.78	33.81	26.31	30.39
4:00	32.48	28.69	33.83	26.36	30.34
5:00	32.40	28.58	33.83	26.35	30.29
6:00	32.58	28.68	33.88	26.61	30.44
7:00	33.37	30.06	34.05	27.46	31.23
8:00	34.81	32.07	34.46	29.60	32.73
9:00	36.76	34.69	35.16	33.29	34.97
10:00	38.47	36.92	36.39	38.75	37.63
11:00	40.11	39.38	37.15	42.48	39.78
12:00	41.29	40.80	37.68	45.30	41.26
13:00	42.81	44.35	38.07	47.14	43.09
14:00	42.84	43.74	38.06	46.64	42.82
15:00	40.44	40.81	38.14	47.01	41.60
16:00	39.03	39.07	37.58	43.89	39.89
17:00	37.60	37.12	36.68	38.86	37.56
18:00	36.13	37.01	35.94	35.67	36.19
19:00	36.13	31.89	34.11	27.59	32.43
20:00	35.41	30.85	34.06	27.27	31.90
21:00	34.80	30.52	33.95	26.82	31.52
22:00	34.34	30.24	33.88	26.55	31.25
23:00	33.94	29.87	33.88	26.57	31.07
Max	42.84	44.35	38.14	47.14	43.09
Min	32.40	28.58	33.77	26.05	30.29
Average	36.16	33.84	35.25	33.14	34.60

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดที่จุด L1 อยู่ที่ 36.16 °C และค่าต่ำสุดที่จุด L4 อยู่ที่ 33.14 °C มีความแตกต่างอยู่ที่ 3.03 °C (มากกว่า 1°C) ซึ่งสรุปได้ว่า ทั้ง 4 จุดมีความแตกต่างทางการกระจายตัวทางอุณหภูมิในแนวตั้ง โดยที่

จุด L1	อุณหภูมิสูงกว่าจุด L2	อยู่ที่ 2.32 °C
จุด L2	อุณหภูมิน้อยกว่าจุด L3	อยู่ที่ -1.41 °C
จุด L3	อุณหภูมิสูงกว่าจุด L4	อยู่ที่ 2..41 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางอุณหภูมิในแนวตั้ง

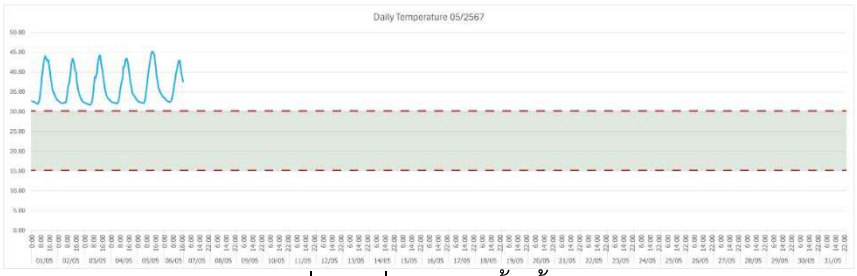
การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางอุณหภูมิในแนวตั้งของจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 07 พฤษภาคม - 18 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ได้ผลว่า

ผลเฉลี่ยรวมของ เซนเซอร์ทั้ง 4 จุดเฉลี่ยรวม 34.60 °C โดยมีช่วงอุณหภูมิเกิน 30 °C ตลอด 00.00 -23.00 น. . โดยอุณหภูมิสูงสุด ช่วง 13.00 น. อยู่ที่ 43.09 °C และมีช่วงที่ยอมรับได้ (25-30 °C) ในจุด L1 ช่วงเวลา 23.00 – 06.00 น. และในจุด L4 ช่วงเวลา 19.00 – 08.00 น.

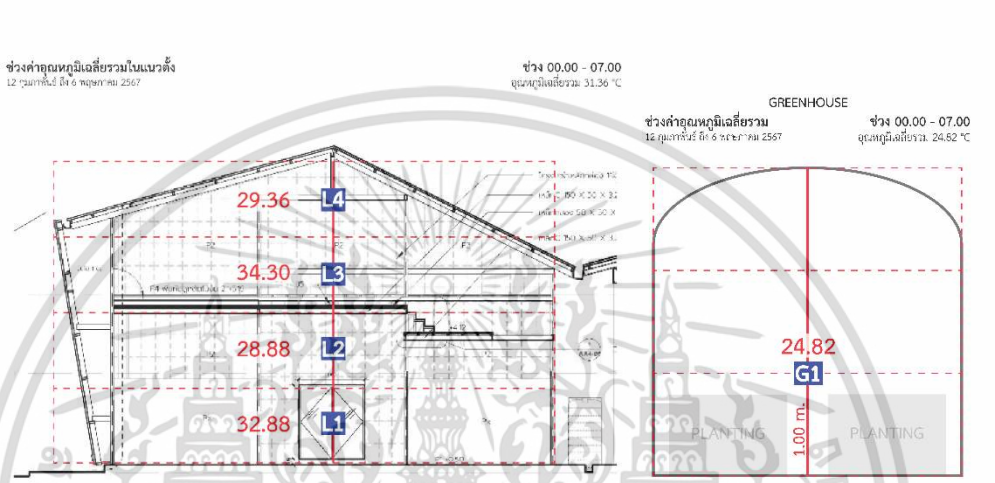
ตารางที่ 4.12 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 07 ก.ค.2567 - 18 ก.ค. 2567

07/05 18/05	Temperature (°C)				
	L1	L2	L3	L4	Avr. L1-L4
0:00	33.58	29.46	34.39	28.51	30.91
1:00	33.13	29.06	34.33	28.89	30.62
2:00	32.85	28.87	34.28	31.22	30.44
3:00	32.66	28.53	34.27	34.74	30.39
4:00	32.48	28.45	34.24	37.30	30.34
5:00	32.40	28.33	34.21	39.16	30.29
6:00	32.58	28.43	34.24	40.75	30.44
7:00	33.37	29.87	34.46	41.34	31.23
8:00	34.81	31.95	34.86	40.62	32.73
9:00	36.76	34.67	35.60	40.37	34.97
10:00	38.47	36.99	36.76	39.57	37.63
11:00	40.11	39.54	37.23	37.53	39.78
12:00	41.29	41.00	37.38	35.78	41.26
13:00	42.81	40.68	37.05	34.25	43.09
14:00	42.84	41.13	36.53	32.92	42.82
15:00	40.44	37.74	36.69	31.40	41.60
16:00	39.03	34.93	36.58	30.85	39.89
17:00	37.60	34.18	36.15	30.47	37.56
18:00	36.13	36.17	35.78	30.21	36.19
19:00	35.77	35.02	34.83	30.01	32.43
20:00	35.41	32.71	34.69	29.83	31.90
21:00	34.80	31.73	34.55	29.57	31.52
22:00	34.34	30.94	34.45	29.32	31.25
23:00	33.94	30.20	34.42	29.11	31.07
Max	42.84	41.13	37.38	41.34	43.09
Min	32.40	28.33	34.21	28.51	30.29
Average	36.15	33.36	35.33	33.90	34.60

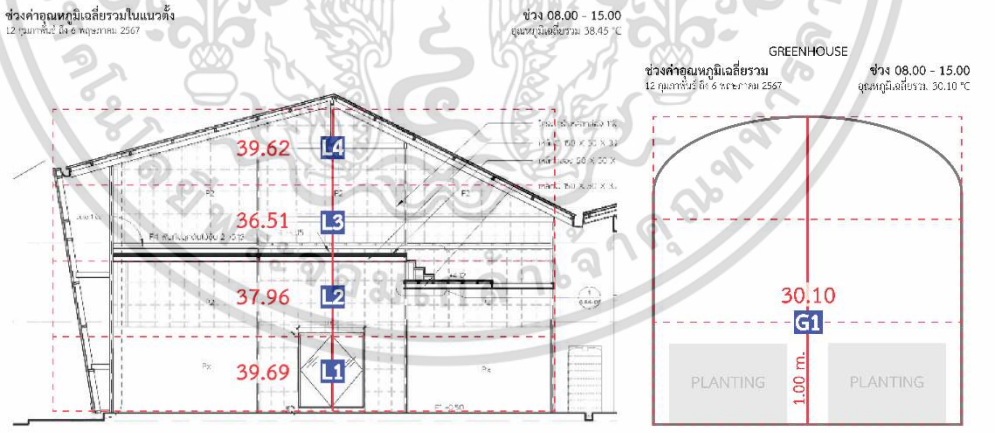
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.5 แสดงผลข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงแนวตั้ง ตั้งแต่ 07 พ.ค.2567 - 18 พ.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ที่ 15 – 30 °C

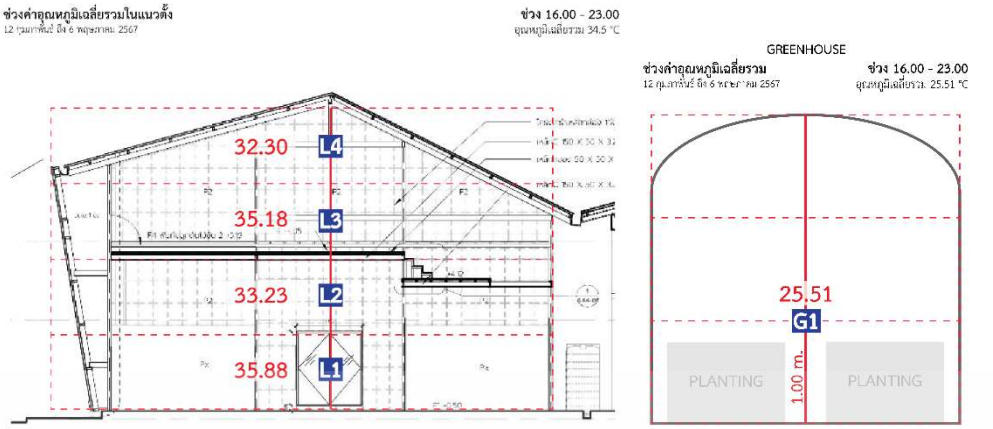


ภาพที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 00.00 - 07.00 น.



ภาพที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 08.00 - 15.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบ ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 16.00 - 23.00 น.

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรวมอยู่ที่ 34.60 °C ซึ่งไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงที่อยู่ในเกณฑ์ อยู่ที่ 15 – 30 °C เป็นช่วงที่ยอมรับได้ (25-30°C) ในจุด L2 ช่วง 0.00 – 07.00 น. และจุด L4 ช่วง 20.00 -01.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 การตรวจสอบข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้ง

1) การศึกษาการกระจายตัวทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้ง

การศึกษาหาการกระจายตัวทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งระหว่างจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 4 จุดในเวลาเดียวกันตั้งแต่วันที่ 7 พฤษภาคม 2567 19.00 น. ถึง 8 พฤษภาคม 2567 18.00 น ได้ผลว่า

จุด L1 เฉลี่ยรวม 64.74 %RH โดยไม่มีมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 85 %RH มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ช่วง 03.00 น.ที่ 83.80 %RH และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 11.00 – 15.00 น. และต่ำสุดอยู่ช่วง 13.00 น.ที่ 43.82 %RH

จุด L2 เฉลี่ยรวม 65.45 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 85 %RH ช่วง 01.00 - 06.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 05.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 86.53 %RH และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 11.00 – 18.00 น. และต่ำสุดอยู่ช่วง 14.00 น.ที่ 36.77 %RH

จุด L3 เฉลี่ยรวม 66.16 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 85 %RH ช่วง 20.00 - 07.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 02.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 89.83 %RH และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 10.00 – 18.00 น. และต่ำสุดอยู่ช่วง 15.00 น.ที่ 28.80 %RH

จุด L4 เฉลี่ยรวม 63.35 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 85 %RH ช่วง 21.00 - 02.00 น., และ 04.00 – 06.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์ช่วง 06.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 86.73 %RH และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 10.00 – 18.00 น. และต่ำสุดอยู่ช่วง 13.00 น.ที่ 27.86 %RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 7 พ.ค. 19.00 น. ถึง 8 พ.ค. 2567 18.00 น

07/05 19.00	Relative Humidity (%RH)				
08/05 18.00	L1	L2	L3	L4	Avr. L1-L4
0:00	80.25	84.24	88.23	85.17	84.47
1:00	81.93	85.36	88.79	85.98	85.52
2:00	82.71	86.27	89.83	86.44	86.31
3:00	83.80	86.10	88.41	84.51	85.70
4:00	82.32	85.48	88.63	85.37	85.45
5:00	83.51	86.53	89.55	86.69	86.57
6:00	82.96	86.38	89.81	86.73	86.47
7:00	76.67	82.16	87.65	83.16	82.41
8:00	66.27	73.15	80.03	73.77	73.31
9:00	57.79	61.86	65.93	57.83	60.85
10:00	51.84	50.43	49.02	44.14	48.86
11:00	47.53	43.18	38.84	35.49	41.26
12:00	46.35	39.74	33.13	30.44	37.41
13:00	43.82	36.82	29.83	27.86	34.58
14:00	43.83	36.77	29.71	28.70	34.75
15:00	47.07	37.93	28.80	27.91	35.43
16:00	50.12	40.91	31.69	31.61	38.58
17:00	52.41	45.46	38.51	39.60	44.00
18:00	54.45	47.73	41.01	41.52	46.18
19:00	60.17	71.08	82.00	78.63	72.97
20:00	65.97	75.68	85.40	83.08	77.53
21:00	72.78	80.46	88.14	86.08	81.86
22:00	74.46	81.65	88.84	86.28	82.80
23:00	78.98	83.75	88.53	85.45	84.18
Max	83.80	86.53	89.83	86.73	86.57
Min	43.82	36.77	28.80	27.86	34.58
Average	64.74	65.45	66.16	63.35	65.73

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดที่จุด L3 อยู่ที่ 66.16 %RH และค่าต่ำสุดที่จุด L4 อยู่ที่ 63.35 %RH มีความแตกต่างอยู่ที่ 2.82 %RH (น้อยกว่า 10 %RH) ซึ่งสรุปได้ว่า ทั้ง 4 จุดไม่มีความแตกต่างทางการกระจายตัวทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งโดย

จุด L1 ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าจุด L2 อยู่ที่ -0.71 %RH (น้อยกว่า 10 %RH)

จุด L2 ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าจุด L3 อยู่ที่ -0.71 %RH (น้อยกว่า 10 %RH)

จุด L3 ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าจุด L4 อยู่ที่ 2.82 %RH (น้อยกว่า 10 %RH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

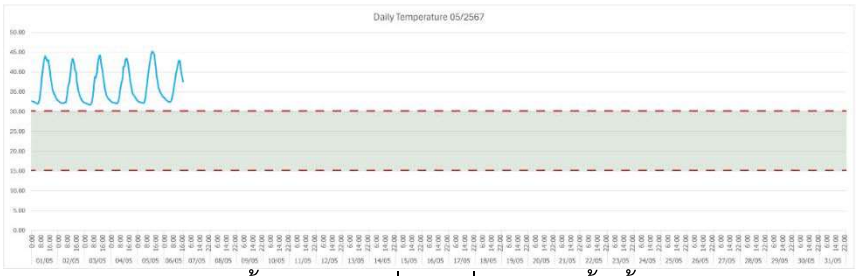
2) การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้ง

การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งของจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 07 พฤษภาคม - 18 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ได้ผลว่า เซนเซอร์ทั้ง 4 จุดเฉลี่ยรวม 65.51 %RH โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 85 %RH ช่วง 02.00 - 03.00 น., และ 05.00 - 06.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ช่วง 13.00 น. อยู่ที่ 85.81 %RH และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 %RH ช่วง 10.00 – 18.00 น. และต่ำสุดอยู่ช่วง 13.00 น.ที่ 36.33 %RH

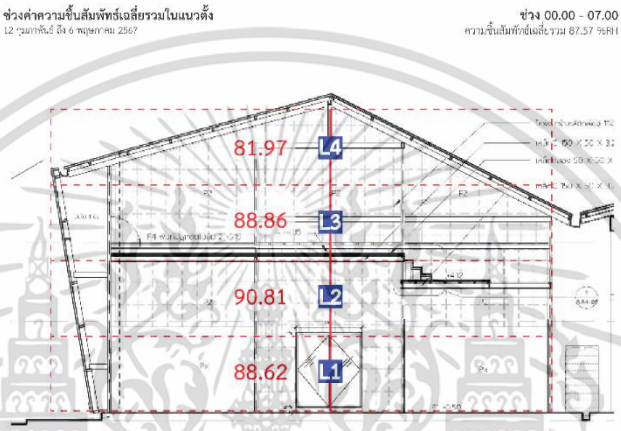
ตารางที่ 4.14 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 07 ก.ค. - 18 ก.ค. 2567

07/05	Relative Humidity (%RH)				
18/05	L1	L2	L3	L4	Avr. L1-L4
0:00	87.86	85.00	88.23	63.09	83.47
1:00	88.70	86.76	88.79	63.06	84.66
2:00	89.09	90.10	89.83	58.10	85.42
3:00	89.64	92.14	88.41	52.02	85.13
4:00	88.90	94.06	88.63	47.88	84.66
5:00	89.49	95.44	89.55	45.32	85.81
6:00	89.22	95.18	89.81	43.55	85.62
7:00	86.07	87.82	87.65	43.00	81.04
8:00	80.87	77.75	80.03	45.50	71.59
9:00	76.63	67.51	65.93	45.74	59.83
10:00	73.66	58.60	49.02	43.65	49.21
11:00	71.50	49.67	38.84	45.20	42.35
12:00	70.92	45.19	33.13	47.70	39.07
13:00	69.65	46.07	29.83	50.26	36.33
14:00	69.65	44.71	29.71	52.34	36.52
15:00	71.27	53.48	28.80	56.07	37.71
16:00	72.80	64.71	31.69	57.32	40.89
17:00	73.94	64.18	38.51	58.27	45.73
18:00	54.45	57.26	41.01	58.96	47.86
19:00	60.17	63.35	82.00	59.83	70.24
20:00	65.97	68.81	85.40	60.51	75.10
21:00	72.78	74.46	88.14	60.88	79.94
22:00	74.46	78.76	88.84	61.02	81.01
23:00	78.98	79.97	88.53	61.03	82.98
Max	89.64	95.44	89.83	63.09	85.81
Min	54.45	44.71	28.80	43.00	36.33
Average	76.94	71.71	67.10	53.35	65.51

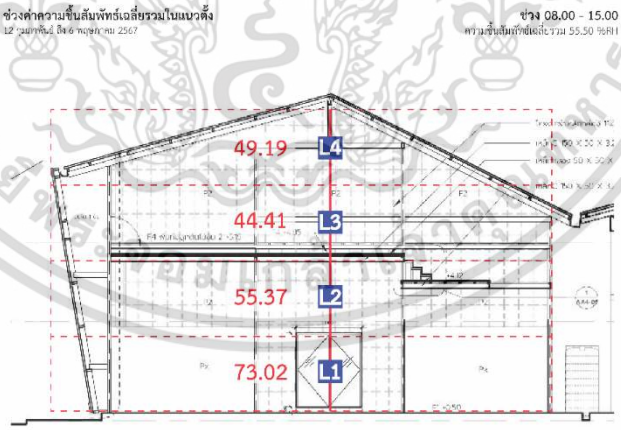
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.6 แสดงผลข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวตั้ง ตั้งแต่ 07 พ.ค. - 18 พ.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ที่ 50 – 85 %RH

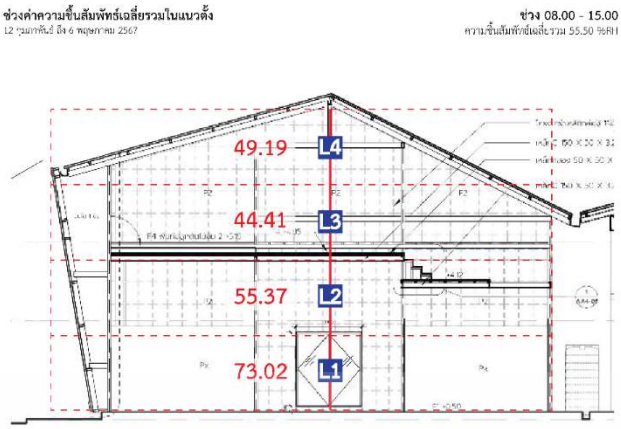


ภาพที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 00.00 - 07.00 น.



ภาพที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 08.00 - 15.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 16.00 - 23.00 น.

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรวมอยู่ที่ 65.51 %RH ซึ่งเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) แต่เมื่อดูจากตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงมีช่วงเวลาที่ยอมรับได้กับกับการปลูกกสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 50 – 85 %RH ช่วง 19.00 - 07.00 น., 04.00, 07.00 -09.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.3 การตรวจสอบข้อมูลค่าความเข้มแสง LUX ในแนวตั้ง

1) การศึกษาการกระจายตัวทางความเข้มแสง LUX ในแนวตั้ง

การศึกษาหาการกระจายตัวทางความเข้มแสง LUX ในแนวตั้งระหว่างจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 4 จุดในเวลาเดียวกัน ตั้งแต่วันที่ 7 พฤษภาคม 2567 19.00 น. ถึง 8 พฤษภาคม 2567 18.00 น ได้ผลว่า

จุด L1 เฉลี่ยรวม 27118.60 Lux โดยมีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 - 14.00 น. โดยความเข้มแสง LUX สูงสุดอยู่ช่วง 11.00 น.ที่ 46889.43 Lux ต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 07.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 7102.63 Lux

จุด L2 เฉลี่ยรวม 30437.54 Lux โดยมีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 -15.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ช่วง 11.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 42589.56 Lux ต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 07.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 8450.02 Lux

จุด L3 เฉลี่ยรวม 33756.48 Lux โดยมีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 09.00 -15.00 น. โดยความเข้มแสง LUX สูงสุดอยู่ช่วง 13.00 น.ที่ 47930.75 Lux ต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 18.00 07.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 9797.41 Lux

จุด L4 เฉลี่ยรวม 24239.55 Lux โดยมีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 12.00 -15.00 น. โดยความเข้มแสง LUX ช่วง 14.00 น.สูงสุดอยู่ที่ 42547.27 Lux ต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 18.00 07.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 7259.68 Lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 7 พ.ค. 19.00 น. ถึง 8 พ.ค. 2567 18.00 น

07/05 19.00	LUX				
08/05 18.00	L1	L2	L3	L4	Avr. L1-L4
0:00	8.74	8.06	7.38	7.69	7.97
1:00	8.70	8.04	7.38	7.67	7.95
2:00	8.75	8.07	7.38	7.73	7.98
3:00	8.85	8.12	7.39	7.77	8.03
4:00	8.82	8.10	7.39	7.75	8.02
5:00	35.47	65.39	95.32	23.97	55.04
6:00	1020.08	1150.92	1281.75	933.36	1096.53
7:00	3507.63	4108.42	4709.20	3445.76	3942.75
8:00	7102.63	8450.02	9797.41	7259.68	8152.44
9:00	14481.34	17381.43	20281.52	13215.36	16339.91
10:00	34326.74	35103.58	35880.42	16164.26	30368.75
11:00	46889.43	42589.56	38289.70	18227.34	36499.01
12:00	38045.85	42010.84	45975.83	25442.55	37868.77
13:00	31067.88	39499.31	47930.75	34529.43	38256.84
14:00	26000.99	33867.37	41733.75	42547.27	36037.34
15:00	19033.97	24598.20	30162.44	36530.51	27581.28
16:00	10070.32	12416.51	14762.70	17530.62	13695.04
17:00	3855.16	4489.01	5122.87	5602.97	4767.50
18:00	461.86	569.91	677.95	618.86	582.14
19:00	5.46	6.43	7.40	9.35	7.16
20:00	4.85	6.03	7.21	4.29	5.59
21:00	8.86	8.12	7.38	7.74	8.02
22:00	8.81	8.09	7.38	7.73	8.00
23:00	8.80	8.09	7.38	7.73	8.00
Max	46889.43	42589.56	47930.75	42547.27	38256.84
Min	7102.63	8450.02	9797.41	7259.68	8152.44
Average	27118.60	30437.54	33756.48	24239.55	28888.04

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดที่จุด L3 อยู่ที่ 33756.48 Lux และค่าต่ำสุดที่จุด L4 อยู่ที่ 24239.55 Lux มีความแตกต่างอยู่ที่ 9516.93 Lux (มากกว่า 1,000 Lux) ซึ่งสรุปได้ว่า ทั้ง 4 จุดมีความแตกต่างทางการกระจายตัวทางความเข้มแสง LUX ในแนวตั้ง โดย

จุด L1	ความเข้มแสง LUX ต่ำกว่าจุด L2	อยู่ที่ -3318.94 Lux
จุด L2	ความเข้มแสง LUX ต่ำกว่าจุด L3	อยู่ที่ -3318.94 Lux
จุด L3	ความเข้มแสง LUX สูงกว่าจุด L4	อยู่ที่ 9516.93 Lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางความเข้มแสง LUX ในแนวตั้ง

การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทางความเข้มแสง LUX ในแนวตั้งของจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 07 พฤษภาคม - 18 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ได้ผลว่า

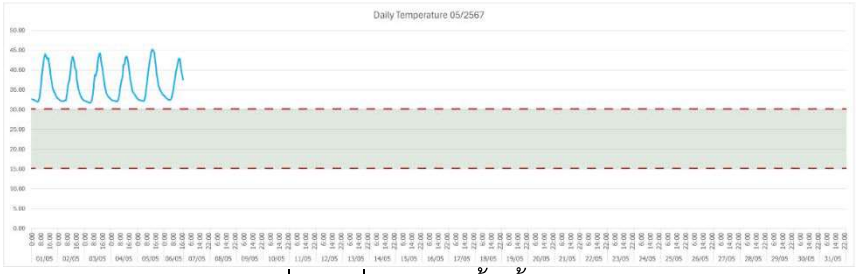
เซนเซอร์ทั้ง 4 จุดเฉลี่ยรวม 28058.31 Lux โดยมีช่วงความเข้มแสง LUX เกิน 20,000 Lux ช่วง 10.00 - 15.00 น. สูงสุด ช่วง 11.00 น. อยู่ที่ 37573.97 Lux ต่ำกว่า 5,000 Lux ช่วง 17.00 07.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 7815.59 Lux

ตารางที่ 4.16 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 07 ก.ค. - 18 ก.ค. 2567

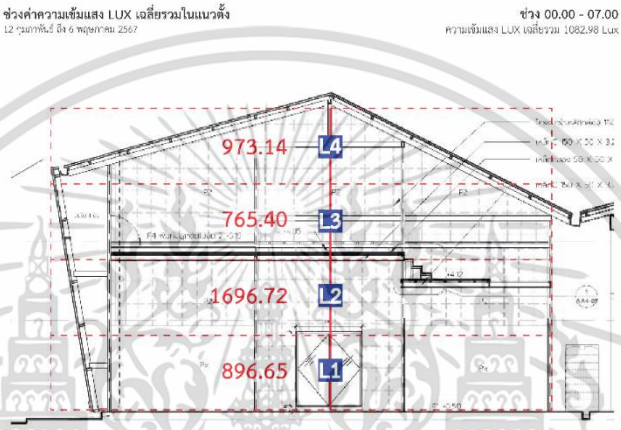
07/05 18/05	LUX				
	L1	L2	L3	L4	Avr. L1-L4
0:00	112.76	106.39	7.38	1.68	8.14
1:00	112.78	106.39	7.38	1.67	8.11
2:00	112.80	106.40	7.38	1.69	8.15
3:00	112.81	106.39	7.39	1.68	8.22
4:00	112.80	106.40	7.39	1.69	8.20
5:00	141.17	157.95	95.32	37.86	47.55
6:00	1664.67	3138.95	1281.75	1954.88	1063.82
7:00	4803.43	9744.90	4709.20	5783.99	3792.56
8:00	8582.88	18848.64	9797.41	9639.90	7815.59
9:00	14197.32	33117.23	20281.52	13399.47	15614.89
10:00	22613.33	42474.26	35880.42	15333.33	30174.54
11:00	25641.38	41962.92	38289.70	17384.45	37573.97
12:00	19274.37	32935.26	45975.83	18804.20	36877.52
13:00	16897.28	30284.59	47930.75	21351.43	36148.98
14:00	14757.08	25505.50	41733.75	23568.66	34070.75
15:00	10017.49	18190.72	30162.44	19658.67	26190.22
16:00	5309.49	9554.40	14762.70	9613.74	13108.49
17:00	3300.78	5996.33	5122.87	5268.92	4609.04
18:00	1881.66	3178.16	677.95	3461.52	555.13
19:00	933.92	1506.39	7.40	1668.69	6.92
20:00	306.09	422.97	7.21	265.62	5.30
21:00	167.00	174.43	7.38	52.60	8.21
22:00	123.35	108.46	7.38	3.25	8.18
23:00	113.62	104.75	7.38	1.53	8.18

	DLI 8 hrs				
Max	25641.38	42474.26	47930.75	23568.66	37573.97
Min	8582.88	18190.72	9797.41	9639.90	7815.59
Average	16497.64	30414.89	33756.48	17392.51	28058.31

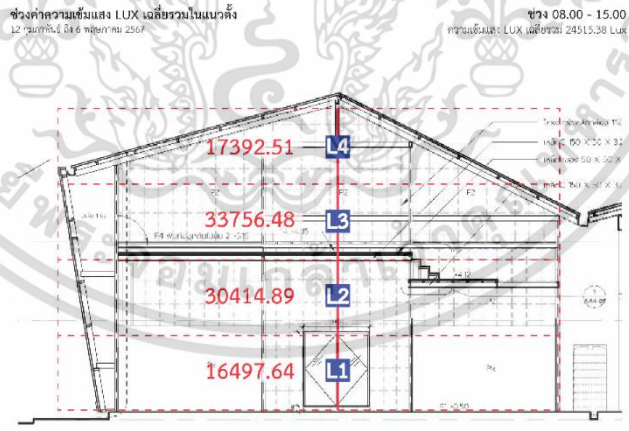
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.7 แสดงผลข้อมูล LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวตั้ง ตั้งแต่ 07 พ.ค. - 18 พ.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ที่ 5,000 – 20,000 Lux

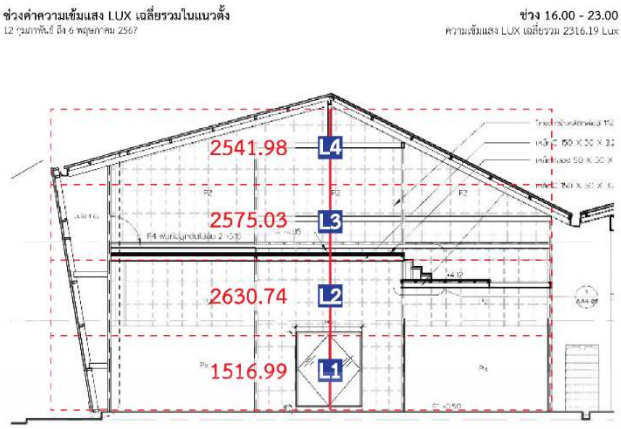


ภาพที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 00.00 - 07.00 น.



ภาพที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 08.00 - 15.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 16.00 - 23.00 น.

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่าความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรวมอยู่ที่ 26094.05 Lux ซึ่งไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.). โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 5,000 – 20,000 Lux ช่วง 08.00 - 09.00 น.,และ 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.4 การตรวจสอบข้อมูลค่า PPFD ในแนวตั้ง

1) การศึกษาการกระจายตัวทาง PPFD ในแนวตั้ง

การศึกษาหาการกระจายตัวทาง PPFD ในแนวตั้งระหว่างจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง โดยผลเฉลี่ยรายชั่วโมงจุดของทั้ง 4 จุดในเวลาเดียวกันตั้งแต่วันที่ 7 พฤษภาคม 2567 19.00 น. ถึง 8 พฤษภาคม 2567 18.00 น ได้ผลว่า

จุด L1 เฉลี่ยรวม 488.06 μmol/m²/s โดยมีช่วง PPFD เกิน 700 μmol/m²/s ช่วง 11.00 น. และเป็นช่วงที่สูงสุด อยู่ที่ 843.76 μmol/m²/s และค่าต่ำกว่า 170 μmol/m²/s ช่วง 17.00 - 08.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 127.83 μmol/m²/s

จุด L2 เฉลี่ยรวม 549.52 μmol/m²/s โดยมีช่วง PPFD เกิน 700 μmol/m²/s ช่วง 11.00 - 13.00 น. โดย PPFD สูงสุดอยู่ช่วง 11.00 น.ที่ 868.01 μmol/m²/s และค่าต่ำกว่า 170 μmol/m²/s ช่วง 17.00 - 08.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 152.47 μmol/m²/s

จุด L3 เฉลี่ยรวม 610.98 μmol/m²/s โดยมีช่วง PPFD เกิน 700 μmol/m²/s ช่วง 00.00 -23.00 น. โดย PPFD สูงสุดอยู่ช่วง 13.00 น.ที่ 868.01 μmol/m²/s และค่าต่ำกว่า 170 μmol/m²/s ช่วง 17.00 - 07.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 177.11 μmol/m²/s

จุด L4 เฉลี่ยรวม 436.25 μmol/m²/s โดยมีช่วง PPFD เกิน 700 μmol/m²/s ช่วง 14.00 น. และเป็นช่วงที่สูงสุด อยู่ที่ 765.91 μmol/m²/s และค่าต่ำกว่า 170 μmol/m²/s ช่วง 17.00 - 08.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 130.75 μmol/m²/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 7 พ.ค. 19.00 น. ถึง 8 พ.ค. 2567 18.00 น

07/05 19.00	PPFD (µmol/m²/s)			
08/05 18.00	L1	L2	L3	L4
0:00	0.16	0.64	1.11	0.14
1:00	0.16	0.63	1.11	0.14
2:00	0.16	0.64	1.11	0.14
3:00	0.16	0.64	1.11	0.14
4:00	0.16	0.64	1.11	0.14
5:00	0.64	1.07	1.50	0.43
6:00	18.37	20.66	22.96	16.77
7:00	63.13	74.05	84.97	61.98
8:00	127.83	152.47	177.11	130.75
9:00	260.60	313.78	366.95	238.09
10:00	617.31	633.23	649.15	290.78
11:00	843.76	768.52	693.29	327.67
12:00	684.77	758.05	831.33	457.80
13:00	559.30	713.66	868.01	621.25
14:00	468.38	612.20	756.01	765.91
15:00	342.55	444.27	545.99	657.76
16:00	181.27	224.21	267.14	315.81
17:00	69.37	80.94	92.51	100.64
18:00	8.31	10.18	12.06	11.22
19:00	0.10	0.61	1.12	0.17
20:00	0.09	0.58	1.08	0.08
21:00	0.16	0.64	1.11	0.14
22:00	0.16	0.64	1.11	0.14
23:00	0.16	0.64	1.11	0.14
Max	843.76	768.52	868.01	765.91
Min	127.83	152.47	177.11	130.75
Average	488.06	549.52	610.98	436.25

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดที่จุด L3 อยู่ที่ 610.98 µmol/m²/s และค่าต่ำสุดที่จุด L4 อยู่ที่ 436.25 µmol/m²/s มีความแตกต่างอยู่ที่ 174.73 µmol/m²/s (มากกว่า 50 µmol/m²/s) ซึ่งสรุปได้ว่า ทั้ง 4 จุดมีความแตกต่างทางการกระจายตัวทาง PPFD ในแนวตั้ง โดย

จุด L1	PPFD ต่ำกว่าจุด L2	อยู่ที่ -61.46 µmol/m²/s
จุด L2	PPFD ต่ำกว่าจุด L3	อยู่ที่ -61.46 µmol/m²/s
จุด L3	PPFD สูงกว่าจุด L4	อยู่ที่ 174.73 µmol/m²/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทาง PPFD ในแนวตั้ง

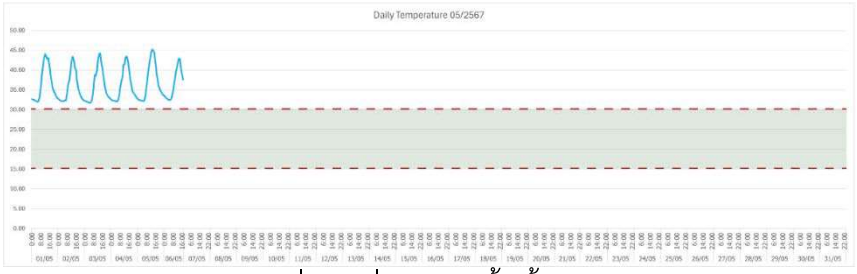
การศึกษาข้อมูลเฉลี่ยรวมทาง PPFD ในแนวตั้งของจุด L1, L2, L3, L4 ภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง ตั้งแต่ 07 พฤษภาคม - 18 พฤษภาคม 2567 เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ได้ผลว่า

เซนเซอร์ทั้ง 4 จุดเฉลี่ยรวม 505.84 µmol/m²/s โดยไม่มี PPFD เกิน 700 µmol/m²/s ค่าสูงสุดอยู่ในช่วง 14.00 น. อยู่ที่ 677.12 µmol/m²/s และ PPFD ต่ำกว่า 170 µmol/m²/s ช่วง 17.00 – 06.00 ค่าต่ำสุดในช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ช่วง 08.00 น. อยู่ที่ 140.88 µmol/m²/s

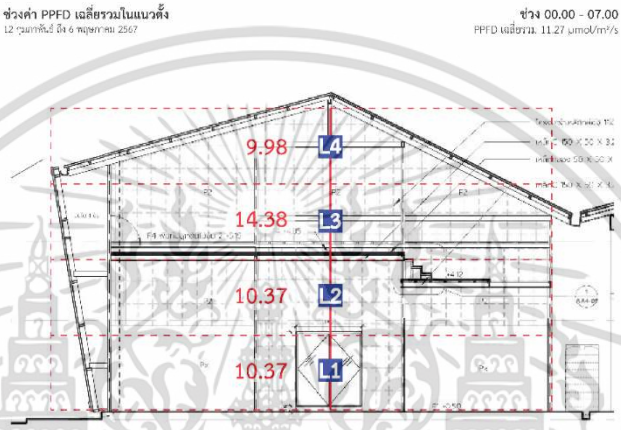
ตารางที่ 4.18 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเก็บข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวตั้งศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ตั้งแต่วันที่ 07 ก.ค. - 18 ก.ค. 2567

07/05 18/05	PPFD (µmol/m²/s)				
	L1	L2	L3	L4	Avr. L1-L4
0:00	0.16	0.16	1.11	0.14	0.39
1:00	0.16	0.16	1.11	0.14	0.39
2:00	0.16	0.16	1.11	0.14	0.39
3:00	0.16	0.16	1.11	0.14	0.39
4:00	0.16	0.16	1.11	0.14	0.39
5:00	0.64	0.64	1.50	0.43	0.80
6:00	18.37	18.37	22.96	16.77	19.12
7:00	63.13	63.13	84.97	61.98	68.30
8:00	127.83	127.83	177.11	130.75	140.88
9:00	260.60	260.60	366.95	238.09	281.56
10:00	617.31	617.31	649.15	290.78	543.64
11:00	843.76	843.76	693.29	327.67	677.12
12:00	684.77	684.77	831.33	457.80	664.67
13:00	559.30	559.30	868.01	621.25	651.97
14:00	468.38	468.38	756.01	765.91	614.67
15:00	342.55	342.55	545.99	657.76	472.21
16:00	181.27	181.27	267.14	315.81	236.37
17:00	69.37	69.37	92.51	100.64	82.97
18:00	8.31	8.31	12.06	11.22	9.97
19:00	0.10	0.10	1.12	0.17	0.37
20:00	0.09	0.09	1.08	0.08	0.33
21:00	0.16	0.16	1.11	0.14	0.39
22:00	0.16	0.16	1.11	0.14	0.39
23:00	0.16	0.16	1.11	0.14	0.39
	DLI 8 hrs				
Max	843.76	843.76	868.01	765.91	677.12
Min	127.83	127.83	177.11	130.75	140.88
Average	488.06	488.06	610.98	436.25	505.84

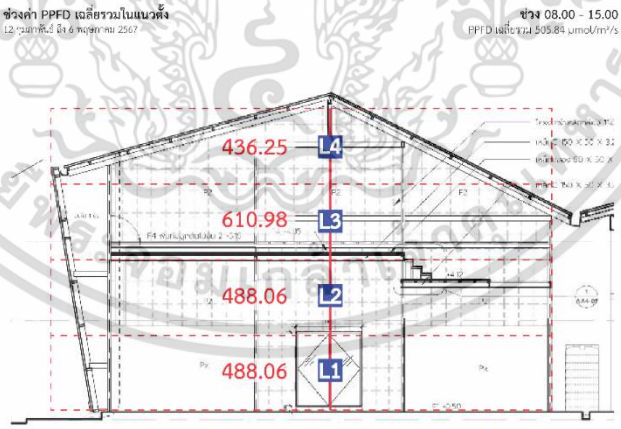
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.8 แสดงผลข้อมูล PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงแนวตั้ง ตั้งแต่ 07 พ.ค. - 18 พ.ค. 2567 และช่วงเกณฑ์การปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) ที่ 170 – 700 μmol/m²/s

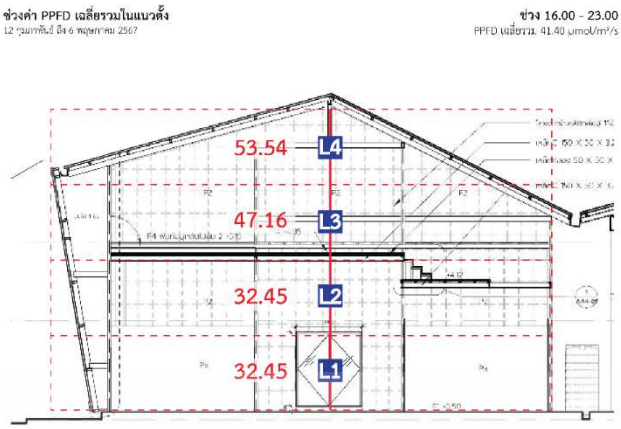


ภาพที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 00.00 - 07.00 น.



ภาพที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 08.00 - 15.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.26 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้ง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร ช่วง 16.00 - 23.00 น.

จากการวิเคราะห์ พบว่าทั้ง 4 จุดมีค่า PPFD เฉลี่ยรวมอยู่ที่ 505.84 μmol/m²/s ซึ่งเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.). โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 170 – 700 μmol/m²/s ช่วง 08.00 - 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเปรียบเทียบสภาพแวดล้อม ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ

จากการสำรวจและศึกษาสภาพแวดล้อมในแต่ละจุดที่ติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง LUX และ PPFD ระหว่างจุด G1 ภายโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร จึงทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าเซนเซอร์แต่ละจุดนั้นมีข้อกำหนดและข้อจำกัดดังนี้

สภาพแวดล้อมในจุด G1 เป็น พื้นที่ปลูกพืชแบบ Hydroponics ที่ใช้งานจริงในเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลทำให้ได้รับผลกระทบจากการปัจจัยการใช้งานโดยตรงจากระบบการทำงานของโรงเรือน EVAP

ภาพที่ 4.27 แสดงภาพมุมมองและจุดติดตั้งเครื่องมือ ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 4.19 สรุปช่วงข้อมูลการตั้งค่าควบคุมภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร จากการสำรวจระบบการทำงาน

ข้อมูล	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%RH)	แสง	ระยะเวลาเก็บข้อมูล
โรงเรือนควบคุมระบบอัตโนมัติ	25-30	<80	5961.6 LUX	7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 แสดงตารางผลการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเรือนระบบอัตโนมัติภายในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. ตั้งแต่วันที่ 7 พ.ค. 19.00 น. ถึง 8 พ.ค. 2567 13.00 น

SMART GREENHOUSE

Temperature (°C)

Sensors	*Non Calibration Average (°C)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (°C)*
Sensors G1	28.45	1.228	-2.200	26.71

Relative Humidity (%RH)

Sensors	*Non Calibration Average (%RH)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (%RH)*
Sensors G1	89.78	1.04	-2.200	91.34

Photosynthetic Photon flux (PPFD)

Sensors	*Non Calibration Average ($\mu Mol/m^2/S$)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average ($\mu Mol/m^2/S$)*
Sensors G1	290.54	1.15	-1.511	332.22

Luminous Fux (LUX)

Sensors	*Non Calibration Average (LUX)*	*X Variable*	*Intercept Coefficients*	*Y Variable Average (LUX)*
Sensors G1	16143.02	1.15	-83.849	18460.46

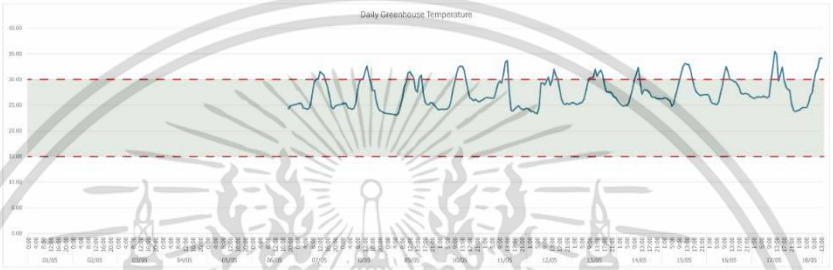
ตารางที่ 4.21 แสดงตารางผลเฉลี่ยข้อมูลรายชั่วโมงสภาพแวดล้อมโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล.ตั้งแต่วันที่ 7 ก.ค. 2567 19.00 น. ถึง 18 ก.ค. 2567 13.00 น

	GREENHOUSE			
	Temp (°C)	**(%RH)**	**LUX UART**	**PPFD**
0:00	25.29	99.38	1.09	0.02
1:00	25.25	99.91	1.08	0.02
2:00	25.09	99.77	1.00	0.02
3:00	24.93	99.98	0.94	0.02
4:00	24.87	99.85	0.95	0.02
5:00	24.74	99.81	90.71	1.63
6:00	25.23	99.71	6322.65	113.84
7:00	26.72	97.91	17871.28	321.74
8:00	28.09	92.85	33651.14	605.77
9:00	29.48	88.35	51335.37	924.08
10:00	30.52	84.36	55515.13	999.01
11:00	31.40	81.45	69730.65	1255.49
12:00	31.99	78.32	66925.95	1204.61
13:00	31.70	78.22	60210.85	1083.78
14:00	30.50	80.91	40771.14	733.72
15:00	29.41	83.61	27718.46	498.83
16:00	28.73	85.63	18430.99	331.67
17:00	27.90	87.77	12947.58	232.96
18:00	26.94	91.65	4868.30	87.58
19:00	26.28	95.34	1240.73	22.33
20:00	26.02	97.01	838.21	15.07
21:00	25.66	98.00	95.15	1.71
22:00	25.41	98.91	1.08	0.02
23:00	25.44	99.75	1.11	0.02
			DLI 8 hrs	
Max	31.99	99.98	69730.65	1255.49
Min	24.74	78.22	18430.99	331.67
Average	27.40	92.43	50732.34	913.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สภาพอุณหภูมิภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร

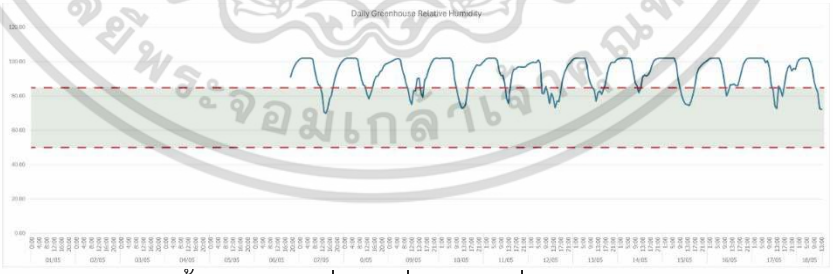
จุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล.ช่วงอุณหภูมิเฉลี่ย 26.81 ℃ ซึ่งเหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดย ช่วงอุณหภูมิเกิน 30℃ ช่วง 10.00 -14.00 น. อุณหภูมิสูงสุดช่วง 12.00 น.อยู่ที่ 31.55 ℃ ช่วงที่ยอมรับได้ (25-30℃) ช่วงเวลา 22.00 น. – 02.00 น., 07.00 – 09.00 น. และ 15.00 – 17.00 น. และช่วงที่เหมาะสม (20-25℃) ช่วงเวลา 03.00-06.00 น., และ 18.00 – 21.00 น



กราฟที่ 4.9 แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง วันที่ 7 พ.ค. 19.00 น. ถึง 18 พ.ค. 2567 13.00น

2) สภาพความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล.

จุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล.ช่วงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 92.43 %RH ซึ่งไม่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงความชื้นสัมพัทธ์เกิน 85 %RH ช่วง 16.00 -09.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดช่วง 03.00 น.อยู่ที่ 99.98 %RH ช่วงที่ยอมรับได้ (70-85%RH) ช่วงเวลา 10.00 น. – 15.00 น.



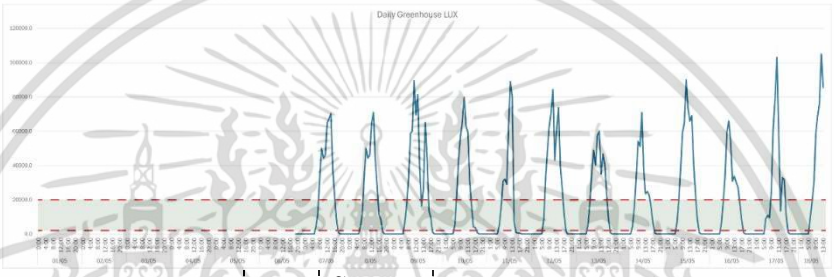
กราฟที่ 4.10 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมง วันที่ 7 พ.ค. 19.00 น. ถึง 18 พ.ค. 2567 13.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สภาพความเข้มแสง LUX ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล.

จุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล.ช่วง LUX เฉลี่ย 50732.34 Lux ซึ่งไม่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.)

โดยมีช่วง LUX เกิน 25,000 Lux ช่วง 08.00 -15.00 น. โดย LUX สูงสุดช่วง 12.00 น. อยู่ที่ 69730.65 Lux ช่วง และ LUX ต่ำกว่า 10,000 Lux ช่วง 18.00 -05.00 น. LUX ต่ำสุดช่วง 22.00 น.- 04.00 น.เฉลี่ยอยู่ที่ 1.03 Lux ส่วนช่วงที่ยอมรับได้ (20,000-25,000 Lux) คือ ช่วงเวลา 07.00 น., และ 16.00 น., ช่วงที่ยอมรับได้ (10,000-15,000 Lux) ช่วงเวลา 06.00 น และช่วงที่เหมาะสม (15,000-20,000 Lux) ช่วงเวลา 17.00 น., และ 18.00 – 21.00 น.

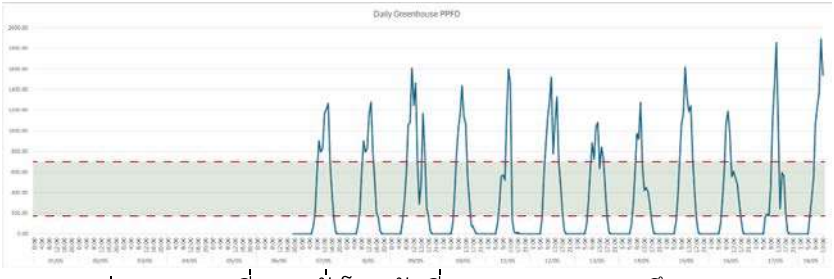


กราฟที่ 4.11 แสดงค่า LUX เฉลี่ยรายชั่วโมง วันที่ 7 พ.ค. 19.00 น. ถึง 18 พ.ค. 2567 13.00 น.

4) สภาพ PPFD ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล.

จุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนยีการเกษตร, สจล.ช่วง PPFD เฉลี่ย 913.16 μmol/m²/s ซึ่งไม่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.)

โดยมีช่วง PPFD เกิน 700 μmol/m²/s ช่วง 09.00 -14.00 น. โดย PPFD สูงสุดช่วง 11.00 น.อยู่ที่ 1255.49 μmol/m²/s และ ช่วง PPFD ต่ำกว่า 170 μmol/m²/s ช่วง 18.00 - 06.00 น. โดย PPFD ต่ำสุดช่วง 22.00 น.- 04.00 น.อยู่ที่ 0.02 μmol/m²/s ส่วนช่วงที่ยอมรับได้ (600-700 μmol/m²/s) ช่วงเวลา 08.00 น. ช่วงที่ยอมรับได้ (170-300 μmol/m²/s) ช่วงเวลา 17.00 น. และช่วงที่เหมาะสม (300-600 μmol/m²/s) ช่วงเวลา 07.00 น., และ 15.00 – 16.00 น.



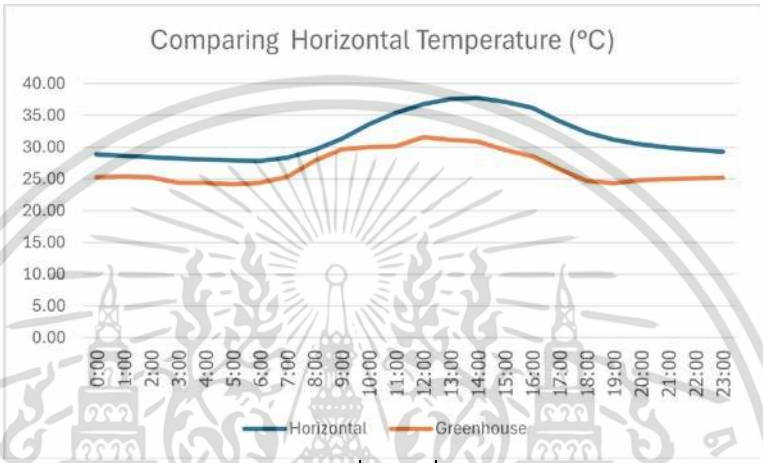
กราฟที่ 4.12 แสดงค่า PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมง วันที่ 7 พ.ค. 19.00 น. ถึง 18 พ.ค. 2567 13.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การศึกษาการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในแนวราบ

4.2.1.1 การปรียบเทียบสภาพอุณหภูมิในแนวราบ

ข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวราบ ของจุด A1, B1, M1, N1, P1 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า



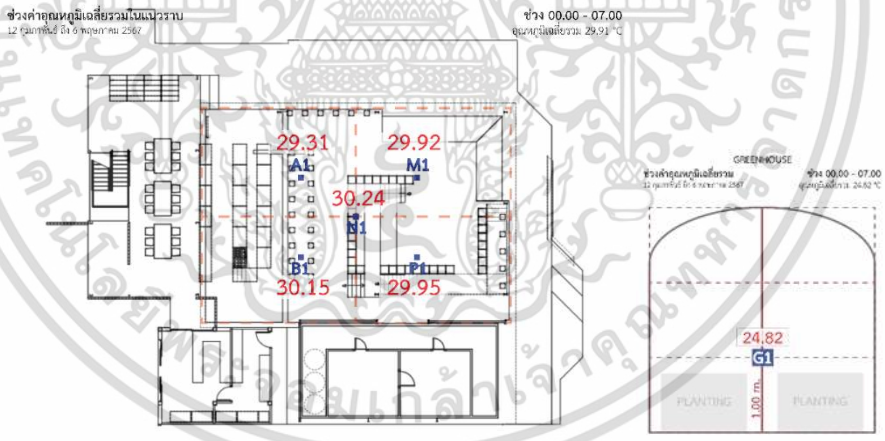
กราฟที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล

เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ที่มีสภาพอุณหภูมิเฉลี่ยในแนวราบภายในอยู่ที่ 31.60 °C (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 30 °C) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ที่มีสภาพอุณหภูมิเฉลี่ยภายในอยู่ที่ 26.81 °C (ยอมรับได้, 25 30 °C) ซึ่งสรุปได้ว่าศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล.อยู่ที่ 4.79 °C (มากกว่า 1°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

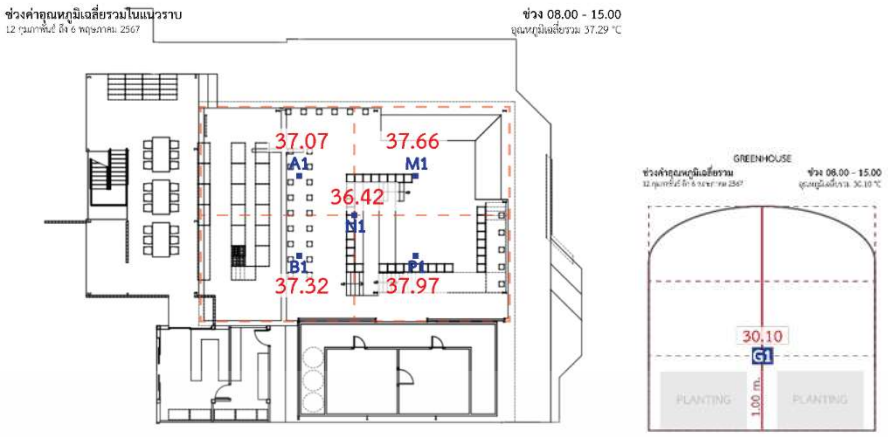
ตารางที่ 4.22 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพอุณหภูมิแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

	Temperature (°C)	
	Horizontal	Greenhouse
0:00	28.87	25.25
1:00	28.64	25.42
2:00	28.43	25.25
3:00	28.22	24.41
4:00	28.03	24.40
5:00	27.89	24.17
6:00	27.83	24.38
7:00	28.33	25.31
8:00	29.59	27.81
9:00	31.30	29.64
10:00	33.60	30.03
11:00	35.43	30.16
12:00	36.81	31.55
13:00	37.59	31.15
14:00	37.77	30.85
15:00	37.12	29.57
16:00	36.22	28.57
17:00	34.11	26.56
18:00	32.28	24.68
19:00	31.14	24.29
20:00	30.40	24.80
21:00	29.94	24.98
22:00	29.58	25.06
23:00	29.29	25.15
Max	37.77	31.55
Min	27.83	24.17
Average	31.60	26.81

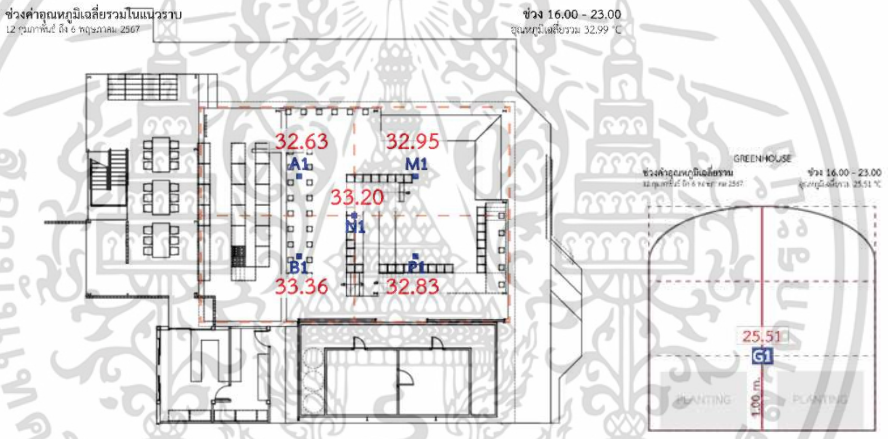


ภาพที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 08.00 - 15.00 น.

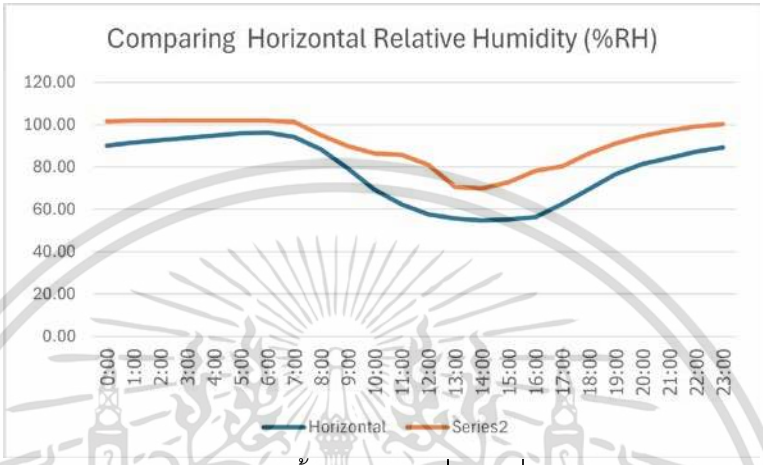


ภาพที่ 4.30 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 16.00 - 23.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 การปรียบเทียบสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบ

ข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวราบ ของจุด A1, B1, M1, N1, P1 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า



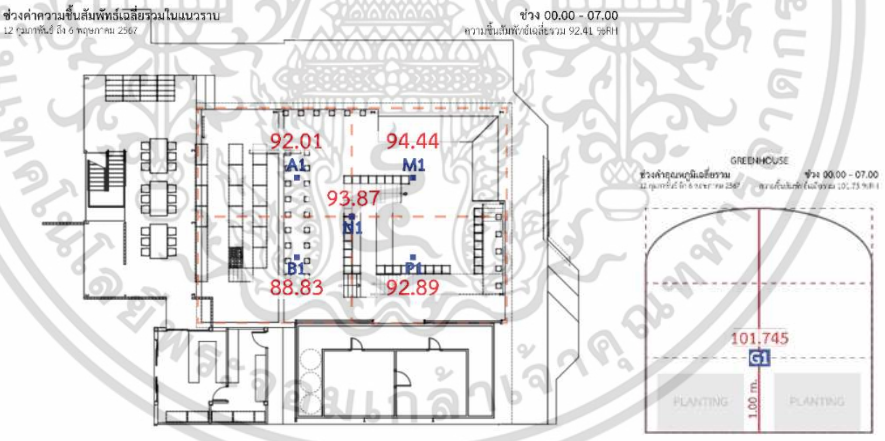
กราฟที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล

เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ที่มีสภาพความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแนวราบภายในอยู่ที่ 78.26 %RH (ยอมรับได้, 70-85 %RH) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ที่มีสภาพความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในอยู่ที่ 92.43 %RH (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 85 %RH) ซึ่งสรุปได้ว่าศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำกว่า โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล.อยู่ที่ 14.17 %RH (มากกว่า 10 %RH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

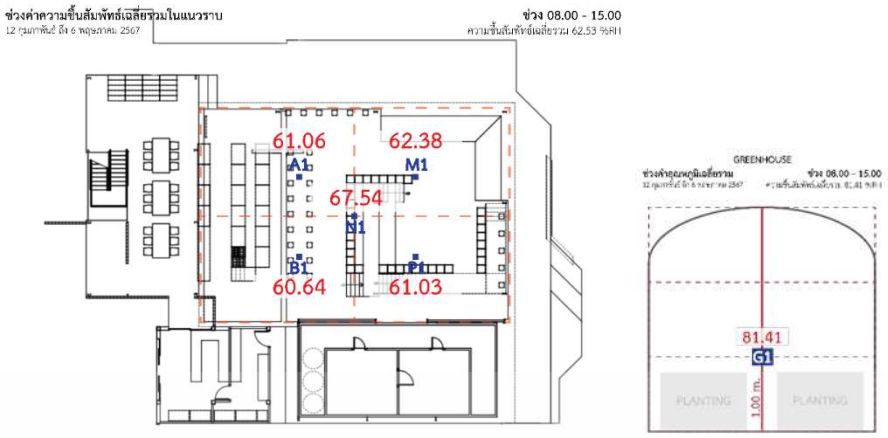
ตารางที่ 4.23 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์แนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

	Relative Humidity (%RH)	
	Horizontal	Greenhouse
0:00	89.97	99.38
1:00	91.48	99.91
2:00	92.57	99.77
3:00	93.68	99.98
4:00	94.80	99.85
5:00	95.92	99.81
6:00	96.26	99.71
7:00	94.14	97.91
8:00	88.24	92.85
9:00	79.25	88.35
10:00	69.29	84.36
11:00	62.39	81.45
12:00	57.69	78.32
13:00	55.58	78.22
14:00	54.79	80.91
15:00	55.24	83.61
16:00	56.36	85.63
17:00	62.54	87.77
18:00	69.42	91.65
19:00	76.58	95.34
20:00	81.43	97.01
21:00	84.14	98.00
22:00	87.16	98.91
23:00	89.23	99.75
Max	96.26	99.98
Min	54.79	78.22
Average	78.26	92.43

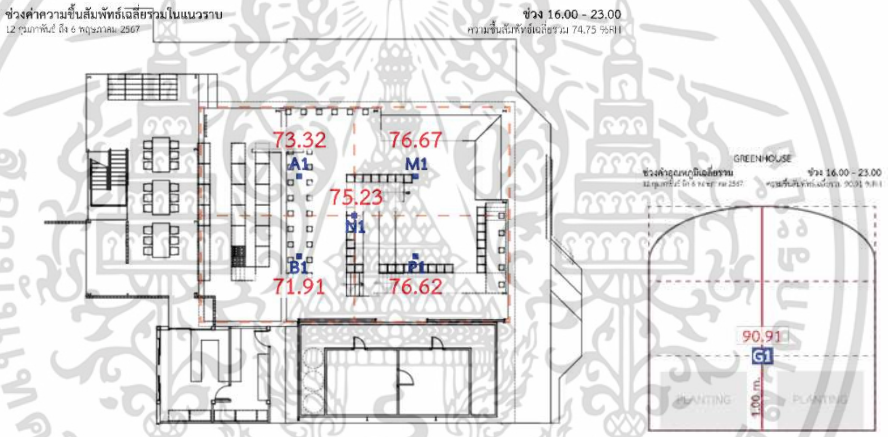


ภาพที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 08.00 - 15.00 น.

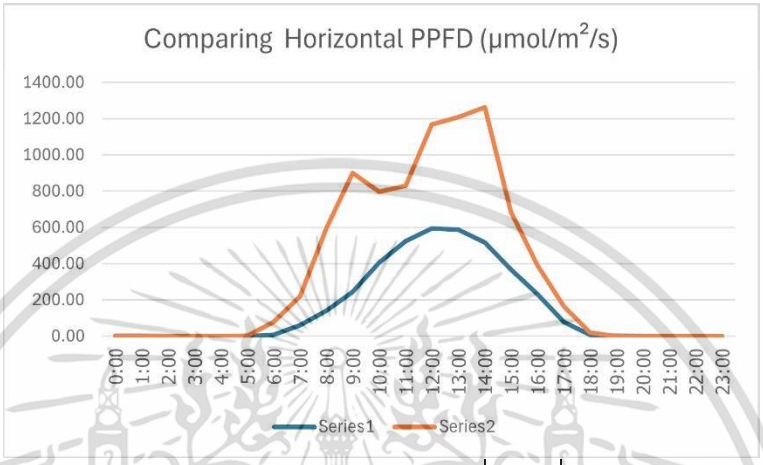


ภาพที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 16.00 - 23.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 การปรียบเทียบสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวราบ

ข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวราบ ของจุด A1, B1, M1, N1, P1 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า



กราฟที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล

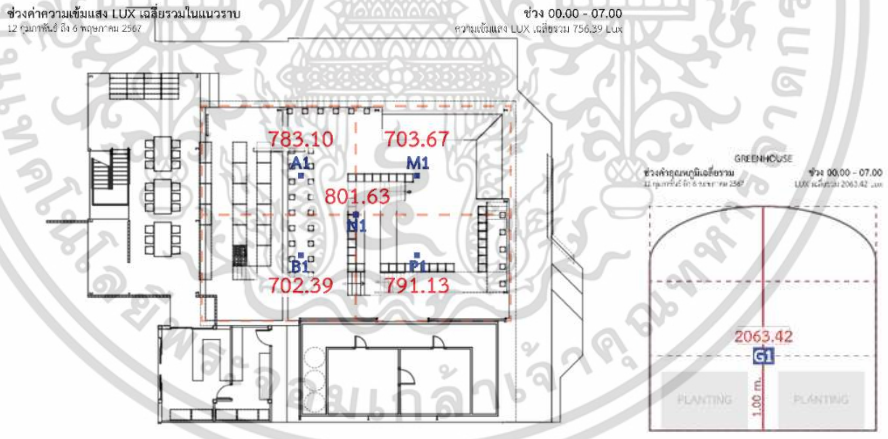
เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ที่มีสภาพความเข้มแสง LUX ช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยในแนวราบภายในอยู่ที่ 22243.30 Lux (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 20,000 Lux) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สจล. ที่มีสภาพความเข้มแสง LUX ช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยภายในอยู่ที่ 51755.77 Lux (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 20,000 Lux) ซึ่งสรุปได้ว่าโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. มีความเข้มแสง LUX เฉลี่ยสูงกว่า ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) อยู่ที่ 29512.47 Lux (มากกว่า 1,000 Lux)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX แนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

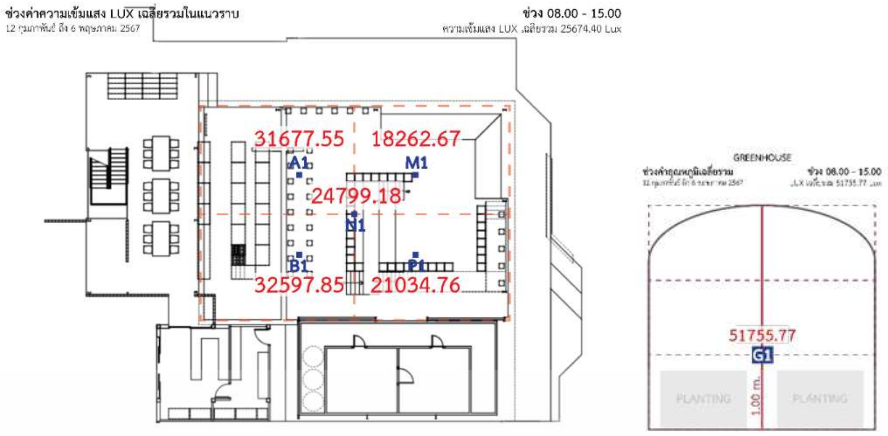
	LUX	
	Horizontal	Greenhouse
0:00	78.15	0.10
1:00	78.15	0.10
2:00	79.00	0.10
3:00	78.99	0.10
4:00	79.00	0.10
5:00	81.11	77.25
6:00	430.40	4323.01
7:00	3204.91	12106.64
8:00	7435.14	33145.31
9:00	12930.01	50018.61
10:00	21375.86	44256.42
11:00	27605.87	46089.30
12:00	31263.97	64946.02
13:00	30833.52	67176.66
14:00	27131.37	70276.77
15:00	19370.70	38137.10
16:00	12202.91	21686.21
17:00	4112.74	9154.87
18:00	485.41	1099.58
19:00	211.35	0.10
20:00	80.92	0.10
21:00	80.91	0.10
22:00	80.89	0.10
23:00	79.00	0.10

Max	31263.97	70276.77
Min	12202.91	21686.21
Average	22243.30	51755.77

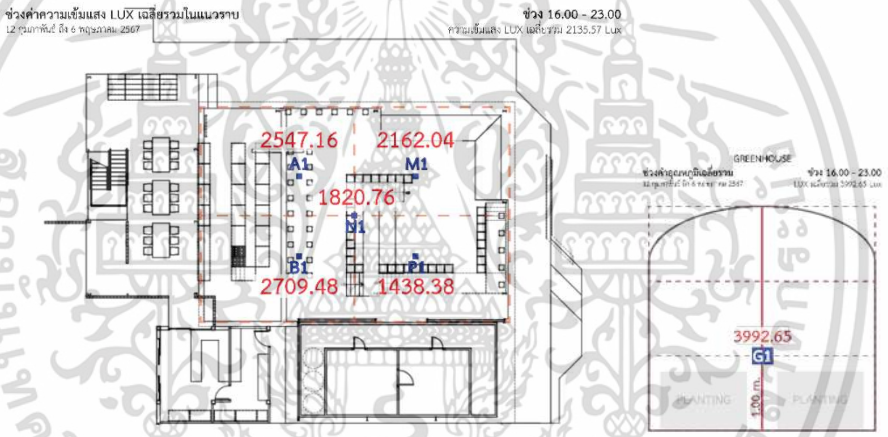


ภาพที่ 4.34 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.35 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 08.00 - 15.00 น.

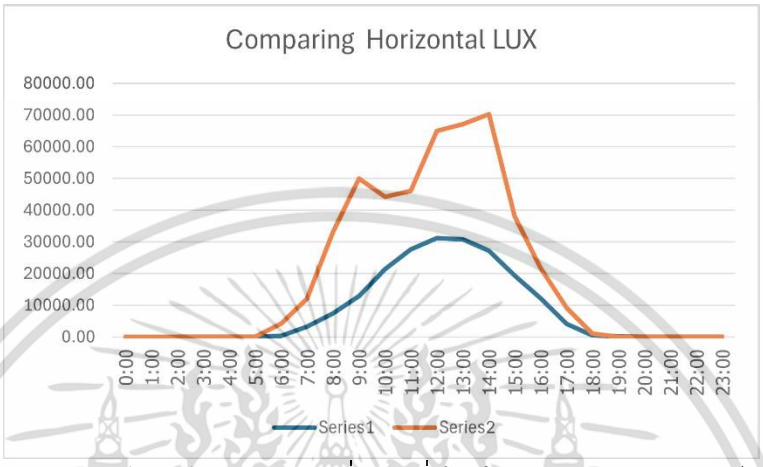


ภาพที่ 4.36 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 16.00 - 23.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.4 การปรียบเทียบสภาพ PPFD ในแนวราบ

ข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวราบ ของจุด A1, B1, M1, N1, P1 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า



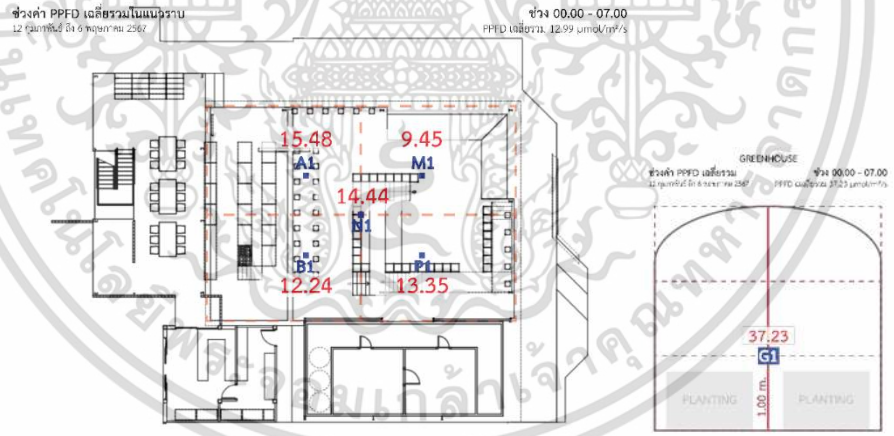
กราฟที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล

เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ที่มีสภาพ PPFD ช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยในแนวราบภายในอยู่ที่ 422.67 µmol/m²/s (เหมาะสม, 300-600 µmol/m²/s) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ที่มีสภาพ PPFD ช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยภายในอยู่ที่ 931.41 µmol/m²/s (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 700 µmol/m²/s) ซึ่งสรุปได้ว่าศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) มี PPFD เฉลี่ยต่ำกว่า โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. อยู่ที่ 508.73 µmol/m²/s (มากกว่า 50 µmol/m²/s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

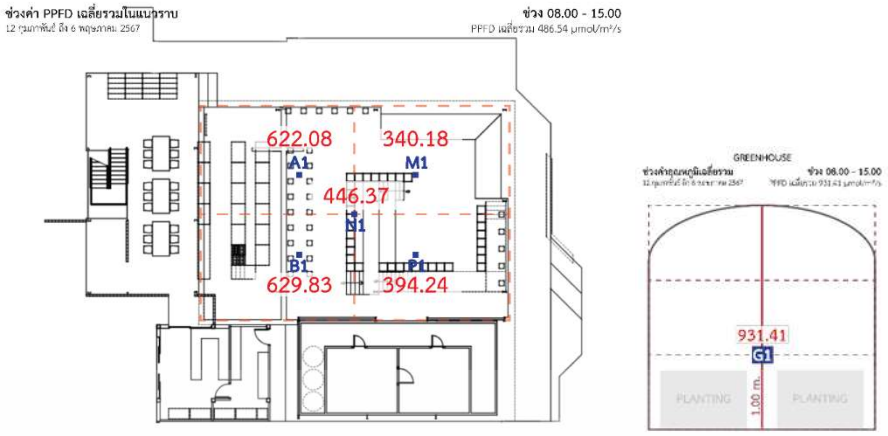
ตารางที่ 4.25 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพ PPFD แนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

	PPFD (µmol/m²/s)	
	Horizontal	Greenhouse
0:00	0.43	0.10
1:00	0.43	0.10
2:00	0.43	0.10
3:00	0.43	0.10
4:00	0.43	0.10
5:00	0.47	1.39
6:00	7.17	77.83
7:00	59.81	218.09
8:00	140.09	597.15
9:00	244.52	901.31
10:00	405.75	795.94
11:00	524.74	829.31
12:00	595.39	1167.78
13:00	587.56	1209.10
14:00	516.10	1264.12
15:00	367.23	686.54
16:00	230.98	390.22
17:00	77.09	164.77
18:00	8.21	19.77
19:00	3.01	0.10
20:00	0.47	0.10
21:00	0.47	0.10
22:00	0.47	0.10
23:00	0.43	0.10
Max	595.39	1264.12
Min	230.98	390.22
Average	422.67	931.41

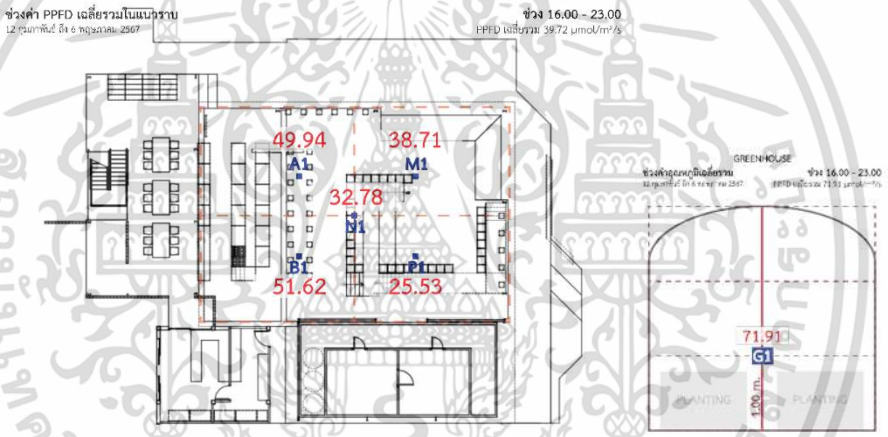


ภาพที่ 4.37 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.38 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 08.00 - 15.00 น.



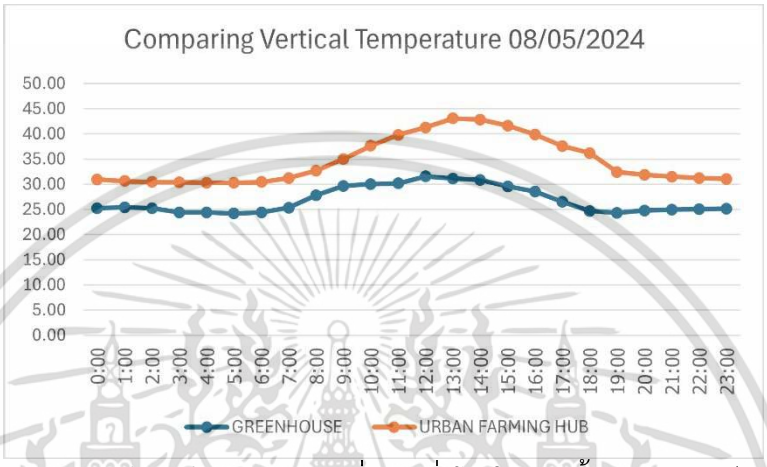
ภาพที่ 4.39 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 16.00 - 23.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การศึกษาการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในแนวตั้ง

4.2.2.1 การปรียบเทียบสภาพอุณหภูมิในแนวตั้ง

ข้อมูลสภาพอุณหภูมิในตั้ง ของจุด L1, L2, L3, L4 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า



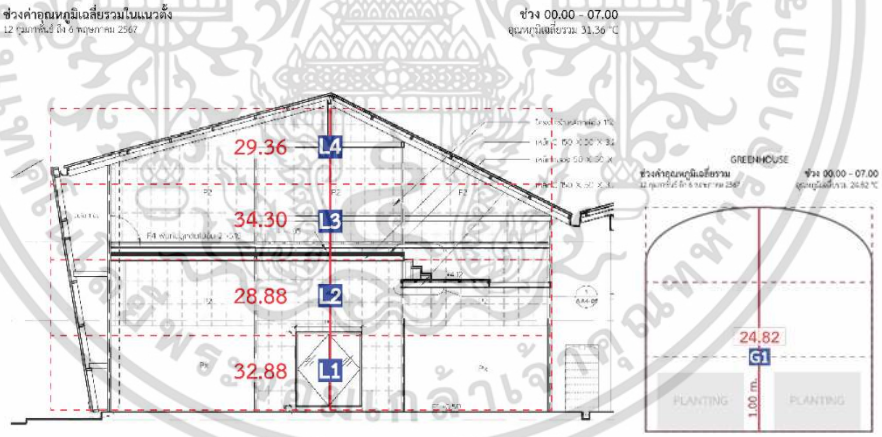
กราฟที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล

เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ที่มีสภาพอุณหภูมิเฉลี่ยในแนวตั้งภายในอยู่ที่ 34.60 °C และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ที่มีสภาพอุณหภูมิเฉลี่ยภายในอยู่ที่ 26.81 °C ซึ่งสรุปได้ว่าศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล.อยู่ที่ 7.79 °C (มากกว่า 1°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

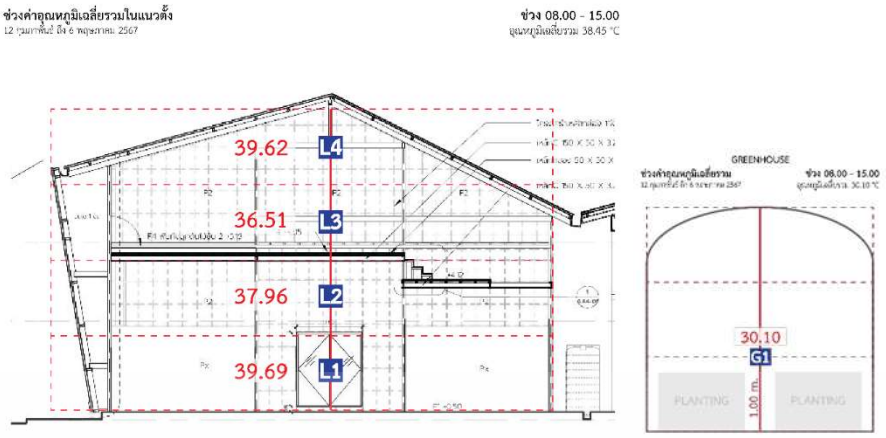
ตารางที่ 4.26 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพอุณหภูมิในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

07/05 18/05	Temperature (°C)	
	Vertical	Greenhouse
0:00	31.77	25.25
1:00	31.49	25.42
2:00	31.30	25.25
3:00	31.11	24.41
4:00	30.99	24.40
5:00	30.85	24.17
6:00	31.04	24.38
7:00	32.30	25.31
8:00	34.25	27.81
9:00	36.31	29.64
10:00	38.03	30.03
11:00	39.58	30.16
12:00	40.39	31.55
13:00	40.36	31.15
14:00	40.20	30.85
15:00	38.45	29.57
16:00	36.74	28.57
17:00	35.61	26.56
18:00	35.39	24.68
19:00	34.49	24.29
20:00	33.48	24.80
21:00	32.89	24.98
22:00	32.47	25.06
23:00	32.11	25.15
Max	40.39	31.55
Min	30.85	24.17
Average	34.65	26.81

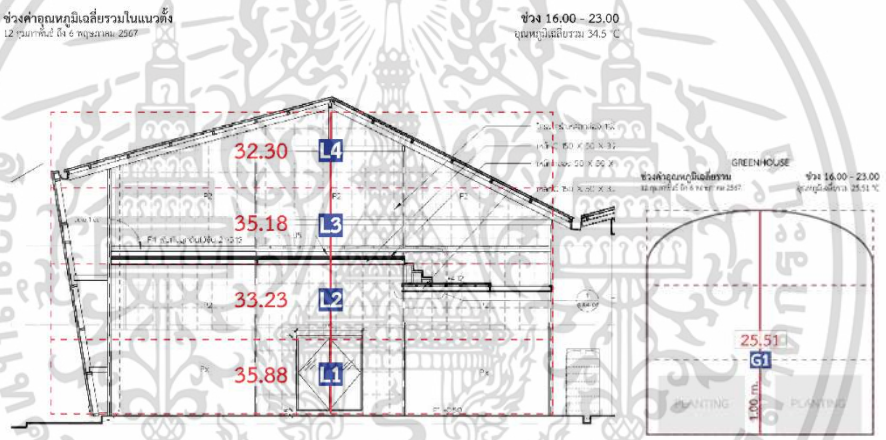


ภาพที่ 4.40 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.41 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 08.00 - 15.00 น.

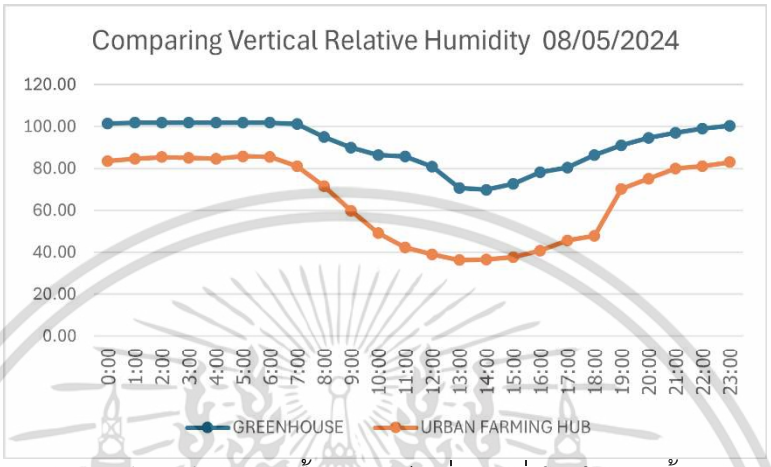


ภาพที่ 4.42 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 16.00 - 23.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 การปรียบเทียบสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้ง

ข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในตั้ง ของจุด L1, L2, L3, L4 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า



กราฟที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล

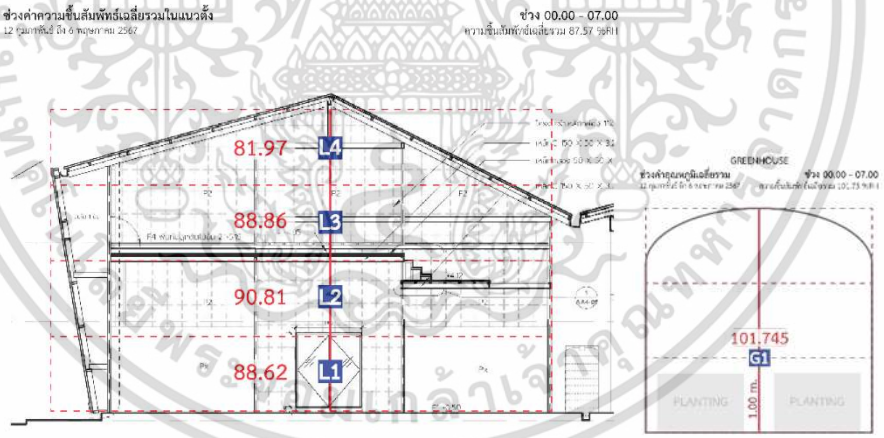
เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ที่มีสภาพความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแนวราบภายในอยู่ที่ 70.47 %RH (ยอมรับได้, 70-85 %RH) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ที่มีสภาพความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในอยู่ที่ 92.43 %RH (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 85 %RH) ซึ่งสรุปได้ว่าศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำกว่า โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล.อยู่ที่ 21.96 %RH (มากกว่า 10 %RH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

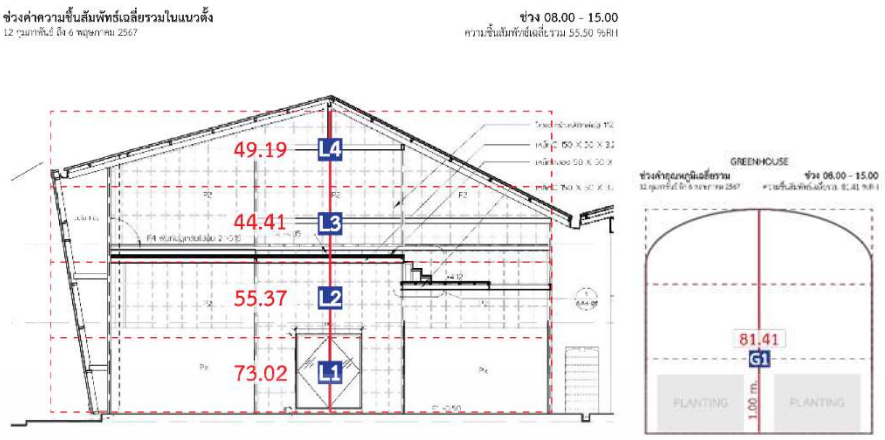
07/05 18/05	Relative Humidity (%RH)	
	Vertical	Greenhouse
0:00	85.62	99.38
1:00	86.76	99.91
2:00	88.14	99.77
3:00	88.41	99.98
4:00	88.80	99.85
5:00	89.54	99.81
6:00	89.46	99.71
7:00	83.81	97.91
8:00	75.05	92.85
9:00	65.83	88.35
10:00	57.35	84.36
11:00	51.15	81.45
12:00	48.19	78.32
13:00	48.51	78.22
14:00	48.26	80.91
15:00	49.65	83.61
16:00	54.41	85.63
17:00	57.64	87.77
18:00	53.08	91.65
19:00	68.02	95.34
20:00	73.58	97.01
21:00	78.08	98.00
22:00	80.19	98.91
23:00	81.83	99.75

Max	89.54	99.98
Min	48.19	78.22
Average	70.47	92.43

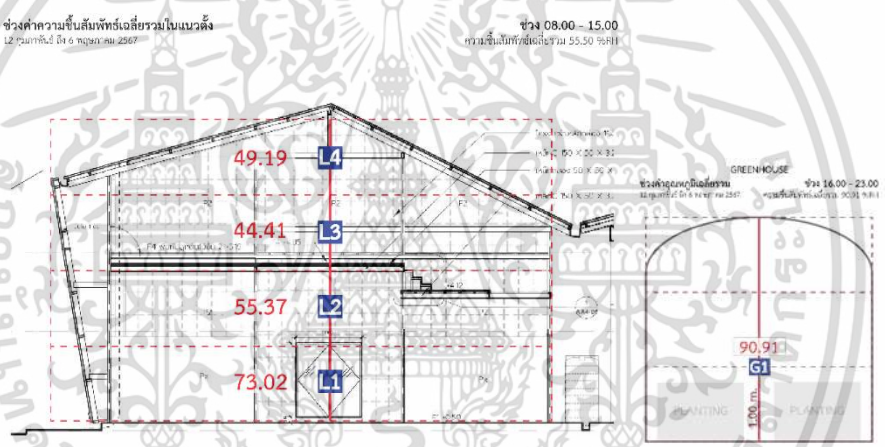


ภาพที่ 4.43 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.44 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 08.00 - 15.00 น.

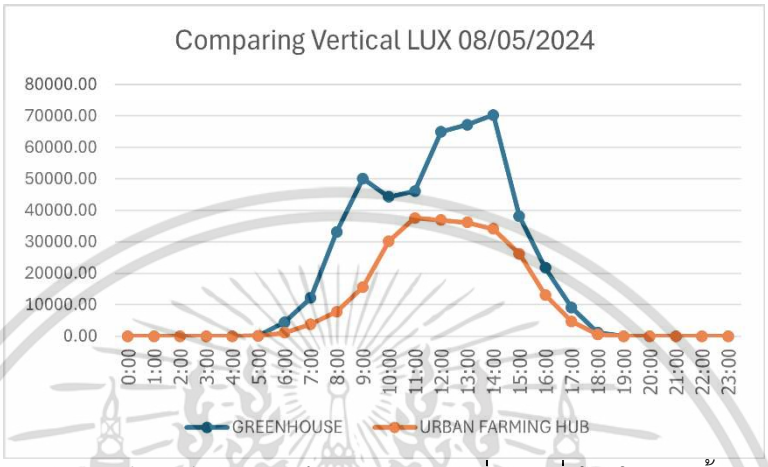


ภาพที่ 4.45 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 16.00 - 23.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 การปรียบเทียบสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวตั้ง

ข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในตั้ง ของจุด L1, L2, L3, L4 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า



กราฟที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมืองและ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล

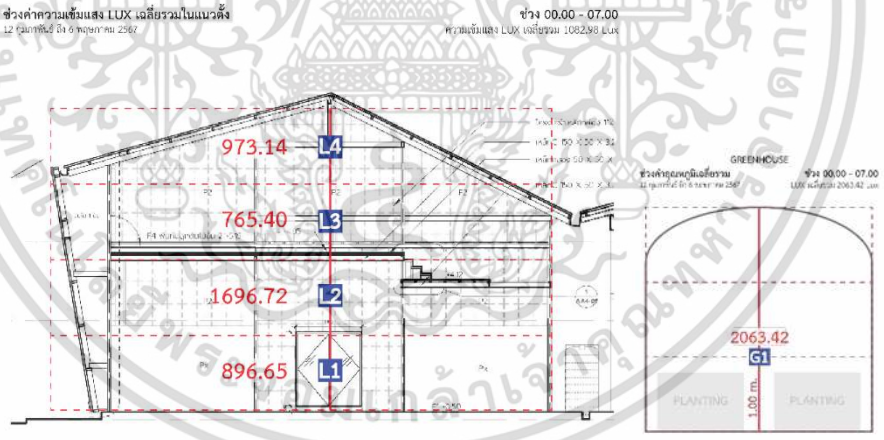
เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ที่มีสภาพความเข้มแสง LUX ช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยในแนวราบภายในอยู่ที่ 24515.38 Lux (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 20,000 Lux) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สจล. ที่มีสภาพความเข้มแสง LUX ช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยภายในอยู่ที่ 51755.77 Lux (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 20,000 Lux) ซึ่งสรุปได้ว่าโรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. มีความเข้มแสง LUX เฉลี่ยสูงกว่า ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) อยู่ที่ 27240.39 Lux (มากกว่า 1,000 Lux)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพความเข้มแสง LUX ในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

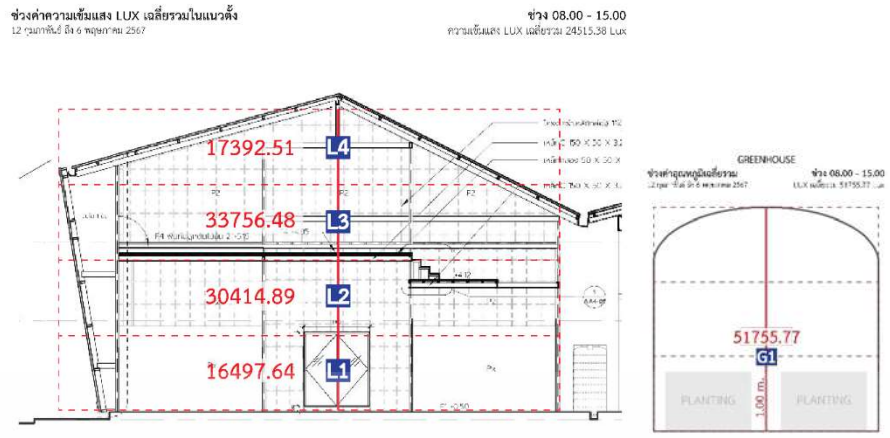
07/05 18/05	LUX	
	Vertical	Greenhouse
0:00	57.05	0.10
1:00	57.05	0.10
2:00	57.07	0.10
3:00	57.07	0.10
4:00	57.07	0.10
5:00	108.08	77.25
6:00	2010.06	4323.01
7:00	6260.38	12106.64
8:00	11717.21	33145.31
9:00	20248.89	50018.61
10:00	29075.33	44256.42
11:00	30819.61	46089.30
12:00	29247.41	64946.02
13:00	29116.01	67176.66
14:00	26391.25	70276.77
15:00	19507.33	38137.10
16:00	9810.08	21686.21
17:00	4922.22	9154.87
18:00	2299.82	1099.58
19:00	1029.10	0.10
20:00	250.47	0.10
21:00	100.36	0.10
22:00	60.61	0.10
23:00	56.82	0.10

Max	30819.61	70276.77
Min	11717.21	33145.31
Average	24515.38	51755.77

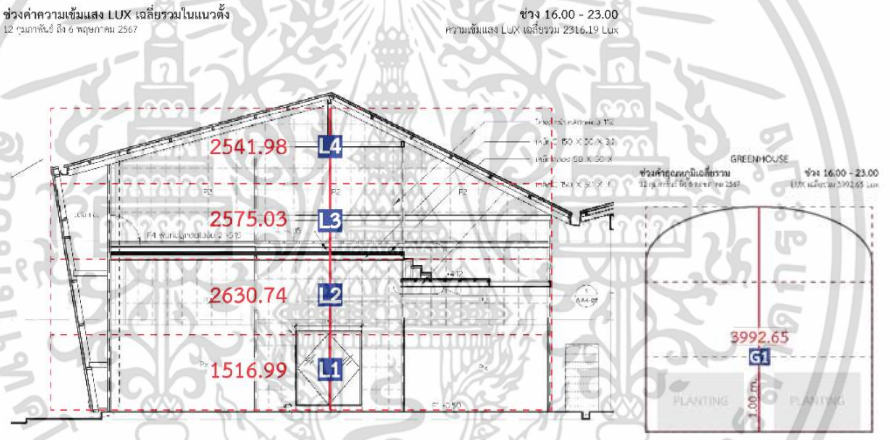


ภาพที่ 4.46 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.47 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง ช่วง 08.00 - 15.00 น.

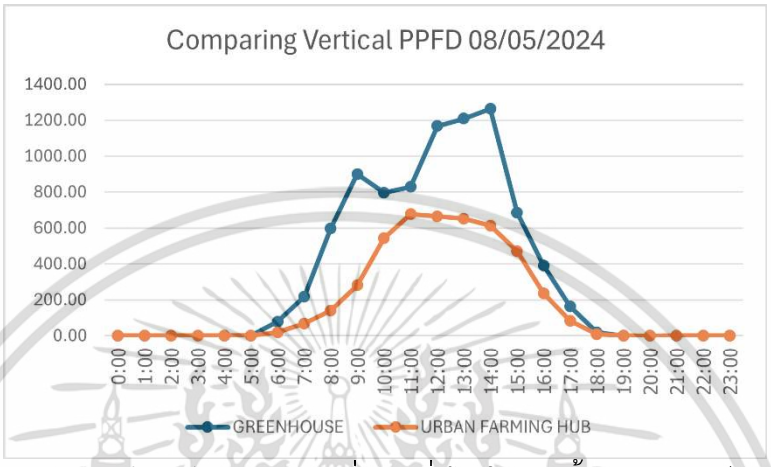


ภาพที่ 4.48 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มแสง LUX เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง ช่วง 16.00 - 23.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.4 การปรียบเทียบสภาพ PPFD ในแนวตั้ง

ข้อมูลสภาพ PPFD ในตั้ง ของจุด L1, L2, L3, L4 เฉลี่ยรวมภายในศูนย์เกษตรวิถีเมือง เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมกับจุด G1 ภายในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล., กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า



กราฟที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่างศูนย์เกษตรวิถีเมือง และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล

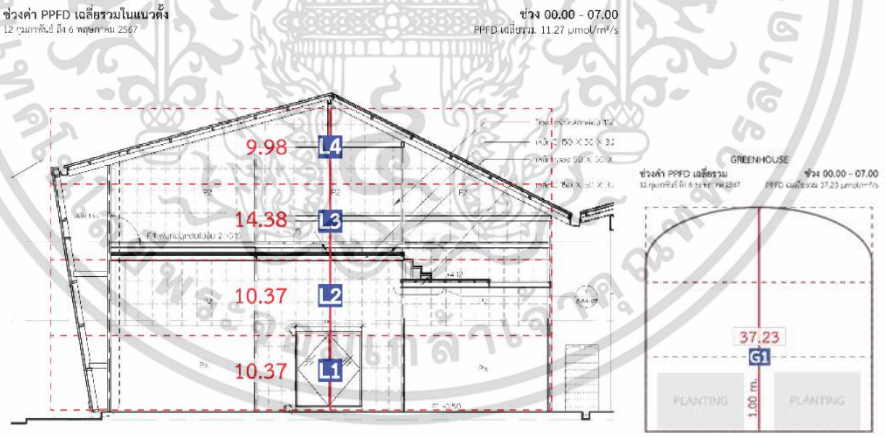
เมื่อเปรียบเทียบกับศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) ที่มีสภาพ PPFD ช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยในแนวราบภายในอยู่ที่ 443.03 µmol/m²/s (เหมาะสม, 300-600 µmol/m²/s) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. ที่มีสภาพ PPFD ช่วง 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยภายในอยู่ที่ 931.41 µmol/m²/s (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 700 µmol/m²/s) ซึ่งสรุปได้ว่าศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) มี PPFD เฉลี่ยต่ำกว่า โรงเรือนระบบอัตโนมัติ (EVAP) คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. อยู่ที่ 488.37 µmol/m²/s (มากกว่า 50 µmol/m²/s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 แสดงตารางผลเฉลี่ยการเปรียบเทียบข้อมูลสภาพ PPFD ในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

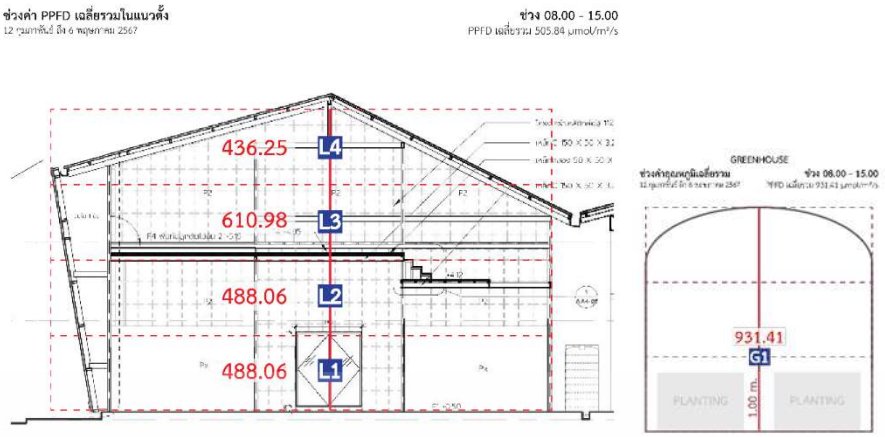
07/05 18/05	PPFD (µmol/m²/s)	
	Vertical	Greenhouse
0:00	1.18	0.10
1:00	1.18	0.10
2:00	1.18	0.10
3:00	1.18	0.10
4:00	1.18	0.10
5:00	1.80	1.39
6:00	36.18	77.83
7:00	112.98	218.09
8:00	211.60	597.15
9:00	365.94	901.31
10:00	525.58	795.94
11:00	557.09	829.31
12:00	528.34	1167.78
13:00	526.34	1209.10
14:00	476.95	1264.12
15:00	352.44	686.54
16:00	177.11	390.22
17:00	88.76	164.77
18:00	41.39	19.77
19:00	18.73	0.10
20:00	4.66	0.10
21:00	1.96	0.10
22:00	1.24	0.10
23:00	1.17	0.10

Max	557.09	1264.12
Min	211.60	597.15
Average	443.03	931.41

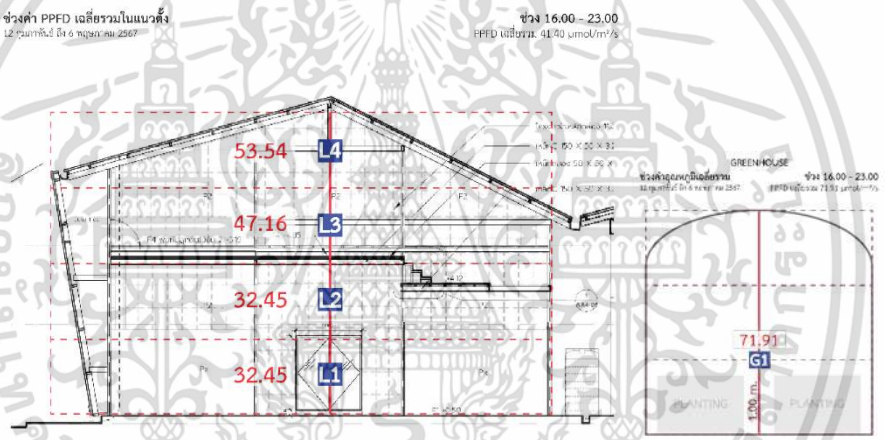


ภาพที่ 4.49 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 00.00 - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.50 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 08.00 - 15.00 น.



ภาพที่ 4.51 แสดงการเปรียบเทียบ PPFD เฉลี่ยรายชั่วโมงในแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานวิจัยแห่งชาติ) และ โรงเรือนระบบอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล ช่วง 16.00 - 23.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลสภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืชกรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร

5.1.1 สรุปผลการทดสอบข้อมูลแนวราบ

5.1.1.1 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของอุณหภูมิแนวราบ

1) อุณหภูมิเฉลี่ยแนวราบรวม ทั้ง 5 จุด (A1,B1,M1,N1,P1) มีค่าความต่างเฉลี่ยรวม 0.5°C (น้อยกว่า 1°C) จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 5 จุดไม่มีความแตกต่างกันทางอุณหภูมิ โดย A1 มีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุด A1 อยู่ที่ 31.26 °C และค่าต่ำสุดที่จุด N1 °C อยู่ที่ 30.70 °C

2) ผลอุณหภูมิเฉลี่ยแนวราบในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม อยู่ที่ 34.04 °C อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (25-30°C) ในเดือนกุมภาพันธ์ ช่วง 21.00 ถึง 08.00 น. และเดือนมีนาคม 01.00 น. ถึง 06.00 น.

5.1.1.2 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของความชื้นสัมพัทธ์แนวราบ

1) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแนวราบรวม ทั้ง 5 จุด (A1,B1,M1,N1,P1) มีค่าความต่างเฉลี่ยรวม 4.56 %RH (น้อยกว่า 10 %RH) จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 5 จุดไม่มีความแตกต่างกันทางความชื้นสัมพัทธ์ โดยค่าเฉลี่ยรวมสูงสุด N1 อยู่ที่ 77.24 %RH และค่าต่ำสุดที่จุด A1 อยู่ที่ 77.68 %RH

2) ผลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแนวราบในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม อยู่ที่ 75.13 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 50 – 85 %RH ช่วง 08.00 - 21.00 น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1.3 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของความเข้มแสง LUX แนวราบ

1) ความเข้มแสงเฉลี่ยแนวราบช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) รวม ทั้ง 5 จุด (A1,B1,M1,N1,P1) มีค่าความต่างเฉลี่ยรวม 15977.81 Lux (มากกว่า 1,000 Lux) จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 5 จุดมีความแตกต่างกันทางความเข้มแสงแนวราบ โดยจุด A1 ค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดอยู่ที่ 30797.90 Lux และค่าต่ำสุดที่จุด M1 อยู่ที่ 14820.09 Lux

2) ผลความเข้มแสงแนวราบเฉลี่ย ช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคมอยู่ที่ 26094.05 Lux อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 5,000 – 20,000 Lux ช่วง 07.00 - 16.00 น.

5.1.1.4 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของ PPFD แนวราบ

1) PPFD เฉลี่ยแนวราบช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) รวม ทั้ง 5 จุด (A1,B1,M1,N1,P1) มีค่าความต่างเฉลี่ยรวม 327.68 μMol/m^2/s (มากกว่า 50 μMol/m^2/s) จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 5 จุดมีความแตกต่างกันทางค่า PPFD โดยจุด A1 ค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดอยู่ที่ 604.71 μMol/m^2/s และค่าต่ำสุดที่จุด M1 อยู่ที่ 277.03 μMol/m^2/s

2) ผล PPFD แนวราบเฉลี่ย ช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม อยู่ที่ 490.22 μMol/m^2/s อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 170 – 700 μMol/m^2/s ช่วง 08.00 - 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 สรุปผลการทดสอบข้อมูลแนวตั้ง

5.1.2.1 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของอุณหภูมิแนวตั้ง

1) อุณหภูมิเฉลี่ยแนวตั้งรวม ทั้ง 4 จุด (L1,L2,L3,L4) มีค่าความต่างเฉลี่ยรวม 3.03°C (มากกว่า 1°C) จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 4 จุดมีความแตกต่างกันทางอุณหภูมิแนวตั้ง โดยจุด L1 มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 36.16 °C และจุด L4 มีค่าต่ำสุดที่ อยู่ที่ 33.14 °C

2) ผลอุณหภูมิเฉลี่ยแนวตั้งในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม อยู่ที่ 34.60 อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa) โดยมีช่วงที่ช่วงที่ยอมรับได้ (25-30°C) ในจุด L2 ช่วง 0.00 – 07.00 น. และจุด L4 ช่วง 20.00 -01.00 น.

5.1.2.2 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของความชื้นสัมพัทธ์แนวตั้ง

1) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแนวตั้งรวม ทั้ง 4 จุด (L1,L2,L3,L4) มีค่าความต่างช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) เฉลี่ยรวม 2.82 %RH (น้อยกว่า 10%RH) จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 4 จุดไม่มีความแตกต่างกันทางความชื้นสัมพัทธ์แนวตั้ง โดยจุด L3 ค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดอยู่ที่ 66.16 %RH และค่าต่ำสุดที่จุดL4 อยู่ที่ 63.35 %RH มีความแตกต่างอยู่ที่ 2.82 %RH

2) ผลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแนวตั้งในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม อยู่ที่ 65.51 %RH อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 50 – 85 %RH ช่วง 19.00 - 07.00 น., 04.00, 07.00 -09.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.3 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของความเข้มแสง LUX แนวตั้ง

1) ความเข้มแสงเฉลี่ยแนวตั้งช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) รวม ทั้ง 4 จุด (L1,L2,L3,L4) มีค่าความต่างเฉลี่ยรวม 9516.93 Lux (มากว่า 1,000 Lux) จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 4 จุดมีความแตกต่างกันทางความเข้มแสงแนวตั้ง โดยจุด L3 ค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดอยู่ที่ 33756.48 Lux และค่าต่ำสุดที่จุดL4 อยู่ที่ 24239.55 Lux

2) ผลความเข้มแสง LUX เฉลี่ยแนวตั้ง ช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม อยู่ที่ 26094.05 Lux อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 5,000 – 20,000 Lux ช่วง 08.00 - 09.00 น.,และ 16.00 น.

5.1.2.4 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของ PPFD แนวตั้ง

1) PPFD เฉลี่ยแนวตั้งช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) รวม ทั้ง 4 จุด (L1,L2,L3,L4) มีค่าความต่าง เฉลี่ยรวม 174.73 µMol/m2/s (มากกว่า 50 µMol/m2/s) จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 4 จุดมีความแตกต่างกันทาง PPFD แนวตั้ง โดยจุด L3 ค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดอยู่ที่ 610.98 µMol/m2/s และค่าต่ำสุดที่จุดL4 อยู่ที่ 436.25

2) ผล PPFD เฉลี่ยแนวตั้งช่วงกลางวัน 8 ชั่วโมง (DLI 8 hrs : 08.00 – 15.00 น.) ในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม อยู่ที่ 505.84 µMol/m^2/s ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) โดยมีช่วงเวลาที่อยู่ในเกณฑ์ 170 – 700 µMol/m^2/s ช่วง 08.00 - 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปผลการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมของอาคารตัวอย่างในเมืองที่ทำการปรับปรุงเป็นโรงเรือนเพื่อการปลูกพืช กรณีศึกษาศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร กับโรงเรือนระบบอัตโนมัติ

5.2.1 สรุปผลการทดสอบข้อมูลแนวราบ

5.2.1.1 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของอุณหภูมิแนวราบ

ผลการเปรียบเทียบแนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร อยู่ที่ 31.60 °C (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 30 °C) และโรงเรือนระบบ EVAP คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล อยู่ที่ 26.81 °C (ยอมรับได้, 25 30 °C). มีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอยู่ที่ 6.07°C (มากกว่า 1°C)

5.2.1.2 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของความชื้นสัมพัทธ์แนวราบ

ผลการเปรียบเทียบแนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร อยู่ที่ 78.26 %RH (ยอมรับได้, 70-85 %RH) และโรงเรือนระบบ EVAP คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล อยู่ที่ อยู่ที่ 92.43 %RH (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 85 %RH). มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าอยู่ที่ 14.17 %RH (มากกว่า 10 %RH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1.3 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของความเข้มแสง LUX แนวราบ

ผลการเปรียบเทียบแนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร อยู่ที่ อยู่ที่ 22243.30 Lux (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 20,000 Lux) และโรงเรือนระบบ EVAP คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล อยู่ที่ อยู่ที่ 51755.77 Lux (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 20,000 Lux). มีค่าความเข้มแสง LUX สูงกว่าอยู่ที่ อยู่ที่ 29512.47 Lux (มากกว่า 1,000 Lux)

5.2.1.4 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของ PPFD แนวราบ

ผลการเปรียบเทียบแนวราบระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร อยู่ที่ อยู่ที่ 422.67 μMol/m^2/s (เหมาะสม, 300-600 μMol/m^2/s) และโรงเรือนระบบ EVAP คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล อยู่ที่ อยู่ที่ 931.41 μMol/m^2/s (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 700 μMol/m^2/s). มีค่า PPFD สูงกว่าอยู่ที่ อยู่ที่ 508.73 μMol/m^2/s (มากกว่า 1,000 μMol/m^2/s)

5.2.2 สรุปผลการทดสอบข้อมูลแนวตั้ง

5.2.1.1 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของอุณหภูมิแนวตั้ง

ผลการเปรียบเทียบแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร อยู่ที่ 34.60 °C °C (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 30 °C) และโรงเรือนระบบ EVAP คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล อยู่ที่ 26.81 °C (ยอมรับได้, 25 30 °C). มีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอยู่ที่ 7.79 °C (มากกว่า 1°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1.2 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของความชื้นสัมพัทธ์แนวตั้ง

ผลการเปรียบเทียบแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร อยู่ที่ 70.47 %RH (ยอมรับได้, 70-85 %RH) และโรงเรือนระบบ EVAP คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล อยู่ที่ อยู่ที่ 92.43 %RH (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 85 %RH). มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าอยู่ที่ 21.96 %RH (มากกว่า 10 %RH)

5.2.1.3 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของความเข้มแสง LUX แนวตั้ง

ผลการเปรียบเทียบแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร อยู่ที่ อยู่ที่ 24515.38 Lux (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 20,000 Lux) และโรงเรือนระบบ EVAP คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล อยู่ที่ อยู่ที่ 51755.77 Lux (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 20,000 Lux). มีค่าความเข้มแสง LUX สูงกว่าอยู่ที่ อยู่ที่ 27240.39 Lux (มากกว่า 1,000 Lux)

5.2.1.4 สรุปผลการทดสอบข้อมูลของ PPFD แนวตั้ง

ผลการเปรียบเทียบแนวตั้งระหว่าง ศูนย์เกษตรวิถีเมือง (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ), กรุงเทพมหานคร อยู่ที่ อยู่ที่ 443.03 μMol/m^2/s (เหมาะสม, 300-600 μMol/m^2/s) และโรงเรือนระบบ EVAP คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล อยู่ที่ อยู่ที่ 931.41 μMol/m^2/s (ไม่เหมาะสม, มากกว่า 700 μMol/m^2/s). มีค่า PPFD สูงกว่าอยู่ที่ อยู่ที่ 488.37 μMol/m^2/s (มากกว่า 1,000 μMol/m^2/s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1. เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาและช่วงข้อมูลที่เก็บมีจำกัด ทำให้ไม่เห็นภาพรวม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง ของทั้งปี โดยผลอุณหภูมิเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้น อุณหภูมิฉลี่ยรวมเดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม อยู่ที่ 34.05 ซึ่งไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชกลุ่มผักสลัดหรือกาดหอม (Lactuca sativa L.) แต่ยังเป็นช่วงเดือนที่เหมาะสมกับพืชอื่นๆที่ทนอุณหภูมิที่สูงได้ ทั้งนี้ควรเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลเพิ่มเติมในแต่ละช่วงฤดู

5.3.2. ผลความเข้มแสงอาจแตกต่างและเหมาะสมขึ้นหากคำนวนด้วยหลักการใช้แสงรายชั่วโมงเพิ่มเติม เพื่อเจาะจงเลือกใช้เวลาในการวิเคราะห์พืชผลอื่นๆทั้งนี้การวิจัยครั้งนี้ใช้ค่าเฉลี่ยรวมเวลากลางคืนทำเพื่อหาผลลัพธ์เฉลี่ยรวมของโครงการ

5.3.3 เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องคุณภาพและจำนวนของเครื่องมือวัดที่ไม่เสถียรและเกิดข้อผิดพลาดในบางเวลาที่ใช้เก็บข้อมูล ข้อมูลบางช่วงเกิดการสูญหาย จึงเสนอแนะให้หมั่นตรวจสอบข้อมูลและเครื่องมือ รวมถึงหากควรสำรองเครื่องมือเพิ่มในแต่ละจุดวัดเพื่อสำรองข้อมูล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการนำเสนอการแก้ไขข้อมูลและการแก้ปัญหาเบื้องต้นเพื่อนำข้อมูลที่จำเป็น โดยการเฉลี่ยข้อมูลจากจุดใกล้เคียงมาใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

เกษมศรี ซับซ้อน. (2541). *ปฐพีวิทยา*. (พิมพ์ครั้งที่4). กรุงเทพมหานคร : นานาสิ่งพิมพ์.

ความปิติยินดี. (มมป). *PPFD เท่าไหร่สำหรับพืชในร่มในแต่ละระยะการเจริญเติบโต?*. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก marshydroth.com/th/how-much-ppfd-for-indoor-plants-in-each-growth-stage/

จริญญา ฤทธิรัมย์, อารักษ์ ธีรอำพน. (2562). ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแพลนท์แฟคทอรี่. *วารสารแก่นเกษตร*, ปีที่ 47 (ฉบับที่ 6 (2562)), 1243-1250. doi: 10.14456/kaj.2019.113.

จริญญา ฤทธิรัมย์. (2563). *อิทธิพลของแสงและอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในโรงงานผลิตพืชด้วยแสงเทียม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครราชสีมา. สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก http://sutir.sut.ac.th:8080/ jspui/bitstream/123456789/9142/2/ Fulltext.pdf

จิรวัฒน์ ภู่งาม, ธีรพัฒน์ เขื่อนปัญญา, ธวัชชัย ยาวินัง. (2566). *URBANIZATION การขยายตัวของเมืองในภูมิภาค*. สำนักงานภาคเหนือ ธนาคารแห่งประเทศไทย คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก www.bot.or.th/th/research-and-publications/articles-and-publications/articles/regional-articles/reg-article-2023-10-09.html

จิระศักดิ์ น้อยสะปุ่ง และ อาภิรักษ์ หกพันนา. (2562). *โรงเรือนความร้อนต่ำเพื่อการเกษตรอินทรีย์ The Low Heated Greenhouse for Organic Agriculture*. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://www.tsme.org/me-nett/me-nett2019/fullpaper/ETM/ETM011.pdf

จุลพัฒน์ ไม้แก้วธนวัฒน์. (2563). *การออกแบบระบบแสงที่เหมาะสมสำหรับพืชสมุนไพรในโรงเรือน.* สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก digital.car.chula.ac.th/cgi/viewcontent.cgi?article=4885&context=chulaetd

ชมดาว ขำจริง, อรุณี พลายแก้ว, และสมภพ วีสม. (2566). *อิทธิพลของแสงสีจากหลอดไฟแอลอีดีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม พันธุ์แกรนด์แรปิดส์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ.* ปีที่ 6, (ฉบับที่ 1 (2023)), 7-14. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://li02.tci-thaijo.org/index.php/JASM/article/view/132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

ณัฐวร กะโห้เหม, ดวงพร บุญชัย, พูนพิภพ เกษมทรัพย์, และพัชรียา บุญกอแก้ว. (2564). การเปรียบเทียบรูปแบบและวิธีการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพดอกของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวฟอร์ม. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร*. ปีที่ 52, ฉบับที่ 1 (2564), 90–106. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก li01.tci-thaijo.org/index.php/ASJ/article/view/251426

มนสินี อรรถวานิช. (2565). *พื้นที่เรียนรู้นวัตกรรมการปลูกพืชในเมือง Urban Farming Innovation Learning Center* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: สำนักงานวิจัยแห่งชาติ.

ศักดิ์อนันต์ แซ่ลิ่ม. (2565). *Smart Greenhouse สำ หรับปลูกพืชในเขตร้อนชื้น.* สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรและการพัฒนาชุมชน คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://tcd.tsu.ac.th/upload/files/1678855111_13%20มิย65%20Smart%20Greenhouse%20สำหรับปลูกพืชในเขตร้อนชื้น.pdf

นงนุช กุล. (2551). *ศึกษาพัฒนาการของเมล็ดและการถ่ายทอดลักษณะองค์ประกอบของผลผลิตในผักกาดกหอม.* สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ที่มา : webpac.library.mju.ac.th:8080/mm/fulltext/thesis/2551/nongnuch_kuson/fulltext.pdf

นงนุช กุศล. (2551). *ศึกษาการพัฒนาการของเมล็ด และการถ่ายทอดลักษณะองค์ประกอบของผลผลิตในผักกาดหอม.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก webpac.library.mju.ac.th:8080/mm/fulltext/thesis/2551/nongnuch_kuson/นงนุช%20กุศล.pdf

บริษัท ดิวันโอวัน เปอร์เซ็นต์ จำกัด. (2558). *การขยายตัวของความเป็นเมือง (Urbanization).* ซีรีส์ความรู้ ส่อง.โอกาส.สร้าง.อาชีพ. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก the101percent.com/wp-content/uploads/2022/05/OKMD-Urbanization-Final_complete.pdf

บริษัท บ็อกซ์ ไบร้ท์ กรุ๊ป จำกัด. (2565). *3 ปัจจัยของไฟปลูกต้นไม้ ที่คุณต้องรู้.* สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก boviga.com/Blog-detail/light-effect-plant-growth

ปิยะณัฏฐ์ ผกามาศ, อัญมณี อาวุชานนท์, และธนัญญา นาคะ. (2562). *การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์กะเพรา.* วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (2019): 108-112. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก www.doa.go.th/seed/wp-content/uploads/2021/08/VEG1.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

ปุญญิศา ตระกูลยิ่งเจริญ, ปนิตตา จันทร์งาม, และกุมุท สังขศิลา. (2562). *อิทธิพลของสมบัติดินและสภาพอากาศต่อการผลิตมะเขือเทศเชอรี่ CH 154.* วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (2019): มกราคม-เมษายน 2562 : 89-97. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://li02.tci-thaijo.org/index.php/JASM/article/view/30

พงศธร กองแก้ว. (2565). *ผลของระบบอัจฉริยะอควาโปนิกส์ต่อคุณภาพน้ำ การเจริญเติบโตของผักสลัดและปลานิล เพื่อเป็นแนวทางเกษตรแบบผสมผสานอย่างยั่งยืน. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก* https://tnrr.nriis.go.th/#/services/research-report/detail/1034358

พีระชาติ เรืองประดิษฐ. (2553). *เรื่องโครงการพัฒนารปแบบและเทคโนโลยีการผลิตผักกาดหวานและผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด.* มูลนิธิโครงการหลวง. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://archive.lib.cmu.ac.th/full/rpf/2556/rpf56_047_full.pdf

พีราดา แก้วทองประคำ. (2562). *การศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมและแสง LED ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของกล้วยไม้ดินนกคุ้มไฟ (Anoectochilus burmanicus Rolfe).* สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก ir.mju.ac.th/dspace/bitstream/123456789/84/1/5904302001.pdf

มาโนช แสนหลวง. (2562). *การศึกษาการเจริญเติบโตและสารต้านอนุมูลอิสระในผักชีโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงแอลอีดี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครราชสีมา. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/9625/

มูลนิธิโครงการหลวง. (2558). *ผักกาดหอมทั่วไป.* หนังสือเรื่องการปลูกผักบนพื้นที่สูง มูลนิธิโครงการหลวง. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก hkm.hrdi.or.th/Knowledge/detail/2

รุ่งนภา ช่างเจรจา, พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง, และสันติ ช่างเจรจา. (2558). *ผลของแสงและอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของว่านแสงอาทิตย์* (รายงานผลการวิจัย). สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

วรากร ดีน้อย. (2559). *ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมคอส.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นนทบุรี. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก ir.stou.ac.th/bitstream/123456789/5922/1/153286.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

วราภรณ์ วุฒิวงค์, วุฒิชัย ทาร่อน, และธันวา มาอ่อง. (2562). *การพัฒนาชุดเพาะปลูกในน้ำแบบประหยัดพลังงาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครราชสีมา. สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก :repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/3721/SCI_65_10.pdf?sequence=1&isAllowed=y

วิริยา จ๋าพิมาย. (2561). *การพัฒนารูปแบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เขาค้อจังหวัดเพชรบูรณ์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครราชสีมา. สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก www.doa.go.th/seed/wp-content/uploads/2021/08/VEG4.pdf

วุฒิพล จันทร์สระคูและคณะ. (2565). *วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือนระบบปิดแบบอัจฉริยะ* (รายงานผลการวิจัย). กรมวิชาการเกษตร. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://app-me.doa.go.th/research/researchview.php?start=141

ศรีสม สุวรรณวงศ์, ลิลลี่ กาวีต๊ะ, มาลี ณ นครม, และสุรียา ตันติวิวัฒน์ (2552). *สรีรวิทยาของพืช.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. 2552 : 98 – 134. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN/search_detail/result/285220

สหพงศ์ สมวงค์, ฐานวิทย์ แนมใส, และอธิโรจน์ มะโน. (2565). *การพัฒนาโรงเรือนอนุบาลต้นกล้าอัจฉริยะสำหรับการเพาะปลูกแบบเกษตรอินทรีย์วิสาหกิจชุมชน ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย บ่อยาง เมือง สงขลา. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก opacimages.lib.kmitl.ac.th/medias/j00019303/สหพงศ์%20สมวงค์.pdf

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. (2562). *VPD : Vapor Pressure Deficit ศัพย์การคายน้ำ.* ฐานข้อมูลพันธุกรรมพืชสวน. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก hort.ezathai.org/?p=8041

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. (2562). *ความชื้นต่อต้นพืช.* ฐานข้อมูลพันธุกรรมพืชสวน. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก hort.ezathai.org/?p=8075

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. (2562). *สมบัติของแสงที่มีอิทธิพลต่อพืช.* ฐานข้อมูลพันธุกรรมพืชสวน. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก hort.ezathai.org/?p=7961

สำนัก ส่งเสริม และ ฝึก อบรม - มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2548). *ผักกาดหอม.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/pakkadhom.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุทธิดา มณีเมือง, เนตรนภา อินสลุด, นิติ คำเมืองลือ, ประดิษฐ์ เทอดทูล, และพฤทธ์ สกุลช่างสัจจะทัย. (2558). *ผลของความเข้มแสงจากชุดหลอดแอลอีดีสำหรับการเพาะปลูกที่มีต่อผักสลัดเรดโอ๊คในระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์,* RMUTI Journal, vol. 8, no. 1, pp. 63–72, May 2015. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก ph01.tci-thaijo.org/index.php/rmutijo/article/view/33474/28386

อภิสิทธิ์ ชิตวณิช, ปราโมทย์ พรสุริยา และธนาวัฒน์ เยมอ. 2562. การใช้แสงเทียมปลูกผักสลัด Red Oak ในที่ร่ม. แก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 1) : (2562). : 1501-1506 สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=145_Hor28.pdf&id=3617&keeptrack=3

อรพรรณ กัณหาทิพย์, วีรชน มีฐาน, และพีรญา มีฐาน. (2564). *ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนสำหรับการปลูกผักกาดหอมกรีนโอ๊คแบบไฮโดรโปนิกส์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก ncst.lru.ac.th/downloadPaper2021.php?paper_id=4*

อำนาจ ตงติ๊บ,ปฏิพัทธิ์ ถนอมพงษ์ชาติ, พงษ์ธร วิจิตรกูล,ยสินทินี เอมหยวก, และอนุชา ริกากรณ์. 2564. *การออกแบบโรงเรือนผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ.* วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 : 32-42 สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566, จาก https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/JTI_URU/article/view/1184

ภาษาอังกฤษ

Chen, C.C., M.Y. Huang, K.H. Lin, S.L. Wong, W.D. Huang, and C.M. Yang. 2014. *Effects of light quality on the growth, development and metabolism of rice seedlings (Oryza sativa L.).* Research Journal of Biotechnology. 9: 15-24. Retrieved 1 November 2023, from researchgate.net/publication/261988437_Effects_of_Light_Quality_on_the_Growth_Development_and_Metabolism_of_Rice_Seedlings_Oryza_sativa_L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Fu, W., Li, P., Wu, Y., & Tang, J. (2012). *Effects of different light intensities on anti-oxidative enzyme activity, quality and biomass in lettuce*. Hort. Sci. (Prague), 2012, 39(3) : 129 – 134. Retrieved 1 November 2023, from hortsci.agriculture journals.cz/artkey/hor-201203-0005_effects-of-different-light-intensities-on-anti-oxidative-enzyme-activity-quality-and-biomass-in-lettuce.php

Fuentes-Morales, D., Flores-Velazquez, J., Aguilar Chavez, A., & Roblero, R. (2021). *Response of LED lights intensity on lettuce production in a home vertical farm*. Revista de la Facultad de Agronomía Universidad del Zulia 39(1):e223920. doi: 10.47280/RevFacAgron(LUZ).v39.n1.20. Retrieved 1 November 2023, from www.researchgate.net/publication/358917530_Response_of_LED_lights_intensity_on_lettuce_production_in_a_home_vertical_farm

Gent, M.P.N. (2003) *Solution electrical conductivity and ratio of nitrate to other nutrients affect accumulation of nitrate in hydroponic lettuce.* HortScience, 38, 222-227. Retrieved 1 November 2023, from journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/38/2/article-p222.xml

Jensen, M.H. (2002). *Controlled Environment Agriculture in Deserts, Tropics and Temperate Regions.* A World Review. Acta Horticulturae, 578, 19-25. Retrieved 1 November 2023, from https://www.ishs.org/ishs-article/578_1

Lomax, R. (2018). *LEDzShineLED Grow Lamps for Lettuce-LUX, PPFD, Spectrums, and Growth-Observations during 2017*. Research Gate. Retrieved 1 November 2023, from https://www.researchgate.net/publication/322228559_LED_Grow_Lamps_for_Lettuce-LUX_PPFD_Spectrums_and_Growth-Observations_during_2017

Niu, T., Jiang, D., Li, S., Ni, B., and Wangb, L. (2016). *A visible-light-induced chemoselective radical/oxidative addition domino process to access* **α***-chloro and* **α***-alkoxy aryl ketones*. Retrieved 1 November 2023, from https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/cc/c6cc07272k

Rubatzky, V.E. and Yamaguchi, M. (1997). *World Vegetables, Principles, Production and Nutritive Values. Retrieved 1 November 2023, from* link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-6015-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Shimizu, H., Saito, Y., Nakashima, H., Miyasaka, J., & Ohdoi, K. (2011). *Light Environment Optimization for Lettuce Growth in Plant Factory*. IFAC Proceedings Volumes Vol. 18(1):605-609 Retrieved 1 November 2023, from www.sciencedirect.com /science/article/pii/S1474667016436761

Tibbitts, T.W., D.C. Morgan, and I.J. Warrington. (1983). *Growth of lettuce, spinach, mustard, and wheat under four combinations of high pressure sodium, metal halide, and tungsten halogen lamps at equal PPFD*. Journal of the American Society for Horticultural Science 108: 622–630. Retrieved 1 November 2023, from researchgate.net/publication/233861020_Growth_of_lettuce_spinach_mustard_and_wheat_plants_under_four_combinations_of_high-pressure_sodium_metal_halide_and_tungsten_halogen_lamps_at_equal_PPFD

Wojciechowska, R., O. Dtugosz-Grochowska, A. Kotton and M. Zupnik. (2015). *Effects of LED supplemental lighting on yield and some quality parameters of lamb's lettuce grown in two winter cycles.* Scientia Horticulturae 187: 80-86. Retrieved 1 November 2023, from researchgate.net/publication/274026612 _Effects_of_LED_supplemental_lighting_on_yield_and_some_quality_parameters_of_lamb's_lettuce_grown_in_two_winter_cycles

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ค่าPPFD สามารถคำนวนได้จากค่าความสว่างต่อค่าคงที่ (K) ของแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆดังสมการ

$$\text{PPFD } (\mu\text{mol/m}^2\text{/s}) = \frac{E}{K}$$

เมื่อ PPFD คือ ค่าความหนาแน่นของค่าฟลักซ์โฟตอน (ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)

E คือ ค่าความสว่าง (ลักซ์)

K คือ ค่าคงที่ของแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ

ค่าคงที่ (K) ของแหล่งกำเนิดแสงได้มาจากการเปรียบเทียบค่าความสว่างกับค่า PPFD โดยแหล่งกำเนิดแสงแต่ละแบบจะมีค่าคงที่ไม่เท่ากัน แสดงให้เห็นในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 6.1 ค่าคงที่ของแหล่งกำเนิดแสงประเภทต่างๆ

แหล่งกำเนิดแสง	**ค่าคงที่ (K)**
แสงอาทิตย์	54
ฟลูออเรสเซนต์ 4000 K	74
หลอดโซเดียมความดันสูง	82
หลอดเมทัลฮาไลด	71
หลอดโซเดียมความดันต่ำ	106
หลอดฮาโลเจน 100 วัตต์	50

เมื่อพืชได้รับแสงมากกว่านี้ค่า DLI ในแต่ละวันแล้ว พืชจะไม่ สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เรียกจุดนี้ว่าจุดอิ่มตัว มีหน่วยเป็นโมลต่อตารางเมตรต่อวัน (mol/m2 /d) ซึ่งจะสอดคล้องกับค่า PPFD แสดงได้ดังสมการ

$$\text{DLI } (\text{mol/m}^2\text{/day}) = \text{PPFD} \times 3.6 \times 10^{-3} \times \text{Photoperiod}$$

เมื่อ DLI คือ ค่าของแสงที่พืชได้รับต่อวัน (โมลต่อตารางเมตรต่อวัน)

PPFD คือ ค่าความหนาแน่นของค่าฟลักซ์โฟตอน (ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)

Photoperiod คือ จำนวนชั่วโมงที่ให้แสงต่อวัน (ชั่วโมงต่อวัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 เครื่องมือและพารามิเตอร์ทางเทคนิคจากการทบทวนวรรณกรรม

อุปกรณ์ (Instrument)		พารามิเตอร์ (Parameters)	ช่วง (Range)	ความแม่นยำ (Accuracy)	ระยะบันทึก (Record interval)
Impact of coupled heat and moisture transfer on indoor comfort and energy demand for residential buildings in hot-humid regions. (Dawei Xia, D. et. Al, 2023)					
	Kestrel5500 (USA)	Wind speed	0 ~ 5 m/s	±0.05 m/s	5 mins
	HOBO Pro (USA)	Air temperature	-40 ~ 70 °C	±0.5°C	5 mins
	HOBO Pro (USA)	Relative humidity	0% ~ 100%	±2.5%	5 mins
	TBQ-2 (China)	Solar radiation	280 ~ 3000 nm	10.436 $\mu V/Wm^2$	2 mins
วิจัยและพัฒนาโรงเรือนปลูกพริกและพืชผักเศรษฐกิจโดยควบคุมสภาวะแวดล้อมภายใน. (นายเวียง อากรชี, 2561)					
	เครื่องวัดบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศ PLC				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 (ต่อ)

อุปกรณ์ (Instrument)	พารามิเตอร์ (Parameters)	ช่วง (Range)	ความแม่นยำ (Accuracy)	ระยะบันทึก (Record interval)
การออกแบบระบบแสงที่เหมาะสมสำหรับพืชสมุนไพรในโรงเรือน. (จุลพัฒน์ ไม้แก้วธนวัฒน์, 2563)				
	แอพ Lux Meter ใน IOS แผ่นสะท้อนแสงทำมุม 60°			
การศึกษาการลดภาระความร้อน จากอุปกรณ์กันแดดภายนอกอาคารในพื้นที่หน้าต่างกระจกเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ: กรณีศึกษาห้องสมุด ชั้นสอง อาคารสันทนาการ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ. (กัญจนี ญาณะชัย, ธีรวุฒิ คูหาเปรมะ, พวงมุกดา วายุภักตร์, 2558)				
	Thermo-Hygro Meter Model : TH-03	Air temperature	0 ~ 50 °C	5 mins
		Air temperature	-50 ~ 70 °C	5 mins
		Relative humidity	10%~99%RH	
	DIGITAL TEMPERATURE INDICATOR Model: ID 8	Air temperature	0 ~ 1200 °C	0.5%
		Relative humidity	45-85 % Rh	
ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนสาหรับการปลูกผักกาดหอมกรีนโอ๊ค แบบไฮโดรโปนิกส์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (อรพรรณ กัณหาทิพย์, 2564)				
	DHT22			
	DHT22			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 (ต่อ)

อุปกรณ์ (Instrument)		พารามิเตอร์ (Parameters)	ช่วง (Range)	ความแม่นยำ (Accuracy)	ระยะบันทึก (Record interval)
ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนสาหรับการปลูกผักกาดหอมกรีนโอ๊ค แบบไฮโดรโปนิกส์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์(ต่อ). (อรพรรณ กัณหาทิพย์, 2564)					
	BH1750FVI				
	Arduino ESP32				
โรงเรือนความร้อนต่ำเพื่อการเกษตรอินทรีย์. (จิระศักดิ์ น้อยสะปุง และ อาภิรักษ์ หกพันนา, 2019)					
	USB Data Logger Elitech digital RC-5 USB				
	Elitech GSP-6 data logger				
	SPM-1116SD				

รวบรวมโดย ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล ไบร์ท วงศ์ผาสุกโชติ

วัน เดือน ปีเกิด 3 พฤศจิกายน 2542

ที่อยู่ 26 ซ.ทุ่งมังกร 10 แขวงฉิมพลี เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร

โทร. 063-815-5777

ประวัติการศึกษา

2565 ปริญญาตรีสถาปัตยกรรมบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้